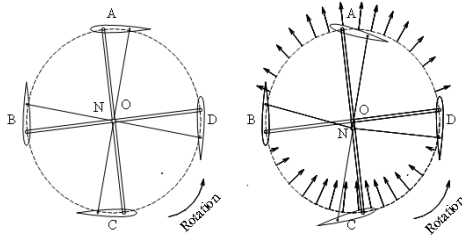
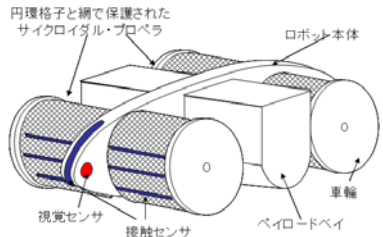




〔書式 2－3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術)

技術カタログ	
分類移動装置	自由空間移動ロボット
タイトル	廃炉作業支援ロボット
提案者	(株) スカイブラットフォーム、(株) 新産業創造研究所
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>作業員のアクセスが困難な、高線量域の高所、不整地区域に侵入し、または水中で、除染機器の運搬・取付・作業支援・デブリ運搬・作業監視を遂行する。このロボットは軽量のサイクロタル・プロペラと称する全方位推進機で高運動能力を得て、空中もしくは水中を三次元的に移動し、機器類の運搬や作業支援等を行う。空中や水中の移動空間や、屋内、屋外、搭載量の多少によってロボットの設計や規模は異なる。</p> <p>ステップ 9 での燃料デブリの建屋外への取り出しに当たっては、ロボットは自重を空中で浮力で支持するヘリウム・ガス嚢を駆体として持ち、屋外高所にあつて自由に位置を確保して、汚染物質の搬出作業監視に従事できる。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>図1 サイクロタル・プロペラの推進原理</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図2 自由空間(3次元)ロボット</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図3 空中機</p> </div> </div>	
<p>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）</p> <p>全方位推進機を構成するサイクロタル・プロペラ(CP と略す)は別名フォイト・シュナイダー。大型の鋼鉄製の CP は海上船舶で実用化された。</p> <p>右写真は推力 100kg の CP で空中機用です。</p> <p>現在は除染作業支援の実績は無し。</p> <div style="text-align: right;">  </div> <p style="text-align: center;">写真 4 推力 100kg 級 CP</p>	
<p>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</p> <p>提案するロボットは、作業員のアクセス困難・不可能な区域に侵入出来、除染作業を可能にする。空中での三次元移動実績を持つ推進機的设计・製作・機能実証が出来ている。除染および調査・監視作業の実環境での統合的機能実証が必要。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>高線量域で移動可能な指令・制御系(有線も含む)。除染・監視装置の小型・軽量化。</p>	
<p>5. 備考</p> <p>支援ロボットは稼働域（格納容器内、建屋内、屋外）に応じて寸法・規格は異なる。</p>	

技術カタログ		
分類	移動機構(計測装置、作業装置、支援装置含む)	
タイトル	遠隔作業用ロボット重機:Brokk(電動/ディーゼル駆動)	
提案者	(株)ビージーイー/BROKK 社	
1. 技術内容(特徴、仕様、性能など) 《Brokk とマニプレータの組合せ実例》		
<div></div> <p>《特徴:欧米の原子力施設で約300台が使用》</p> <ul style="list-style-type: none"><li>☆高い耐放射線性:電子回路遮へいなし:340Sv。遮へい有:10Sv/h まで稼動実績有り。</li><li>☆高い機動性:無線/有線による遠隔操作。階段昇降等悪路(半水没)での走行可能。カメラ付。</li><li>☆機種が豊富:超小型0.5t〜超大型10tの7種類。電動/ディーゼル駆動。非常脱出用として蓄電池内蔵</li><li>☆特注対応も可能:アームを撤去して台車だけの運用、台車を撤去して先端アームだけの運用など。</li></ul> <p>《先端ツール:遠隔での交換が可能》</p> <div><div><p>汎用グラブ/ペタルグラブ/掴み具/せん断カッター ディスクカッター/コアドリル/ロングアーム/マニプレータ/ テレスコピックアーム/放射線量計/カメラなど</p></div><div></div></div>		
2. 実績(国内プラント、海外プラント、他産業での実績含む)		
<ul style="list-style-type: none"><li>☆福島第一・3号機のガレキ撤去作業で無線遠隔によるディスクカッター等の使用実績有り。</li><li>☆米国 DOE のウェストバレー高放射線施設の遠隔解体工事。</li><li>☆英国 GCR 発電所で使用済核燃料部品の回収作業。</li></ul>		
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		
運用課題	可否	備考・根拠など(定量的に)
放射線環境での使用	可	実績有り。遮へいなしで約340Sv。鉛遮へい有りで10Sv/hまで
高温環境(60℃)での使用	可	鉄鋼及びセメントプラントで60℃以上の使用実績あり。
ペデスタル内へのアクセス	可?	但し、運搬/工作用ツールとしての位置付け。
燃料デブリ位置/性状調査	可?	但し、運搬/工作用ツールとしての位置付け。
技術情報の開示・改造対応	可	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?	但し、連携している企業と調整する必要有り。
4. 開発すべき技術(例)		
<ul style="list-style-type: none"><li>☆現場の特殊性等ニーズに適合するためのローカルエンジニアリングが必要である。</li></ul> <p>例えば、無線周波数帯など。</p>		
5. 備考		

## 〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	環境撮影装置
タイトル	防暴、耐環境製カメラデバイス
提案者	MAM 株式会社：英 真一
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 10px;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> 防暴タングステン合金シェル 超小型カメラユニット </div>  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 設計仕様、耐圧：40Mp 耐熱：150 度（水冷時 300 度）  特殊屈曲光学系によるセンサー部防暴性の確保、視野角：  60° 98° 150° サイズ：20φ＊50mm 出力 320＊240 </div>	
<p>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）</p> <p>なし（試作中）</p>	
<p>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</p> <p>タングステン合金製シェルと特殊な屈曲光学系を利用している為防暴性に優れる。</p> <p>信号の伝達ラインに対する放射線の影響が懸念される</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>放射線の影響を受けない、若しくは受けた影響を消去できる画像伝送システム</p>	
<p>5. 備考</p>	



## 〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類	耐熱性・耐放射線性電気部品
タイトル	ガラス封止電気ペネトレーション／ターミナル
提案者	NEC SCHOTT コンポーネンツ株式会社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>放射性物質や可燃性ガスなどを密封する容器（原子炉格納容器、LNG タンク、等）の壁面を貫通して電気配線を行うための電気ペネトレーション（EPA）やターミナルである。</p> <p>中電圧の電力供給、制御・計装に用いられ、同軸タイプや光ファイバタイプもある。</p> <p><b>気密封止部分にガラスを用いている</b>ため、樹脂封止品（エポキシ、ポリスルホン、等）に比べて高い耐熱性、耐放射線性を有しているものである。 ドイツ SCHOTT 社製。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気密性 10<sup>-6</sup>std cc atm / sec He 以下</li> <li>・耐圧性 25 気圧以上 / 200℃</li> <li>・耐熱性 350℃以内</li> <li>・耐放射線 5×10<sup>5</sup> Gray 以内(評価値であり限界値ではない)</li> </ul>	
 	
<p>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）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・世界の 50 以上の原子力発電所に合計 12,000 本の電気ペネトレーションを納入。</li> <li>・原子力発電所（1962～）：ドイツ、スウェーデン、フィンランド、イタリア、中国、他</li> <li>・原子力潜水艦（2004～）：イギリス</li> <li>・LNGタンク（ポンプ用） <ul style="list-style-type: none"> <li>陸上用：ドイツ、スペイン、ポルトガル、アメリカ、日本、ロシア、他</li> <li>船舶用：韓国、フィンランド、フランス、アメリカ、他</li> </ul> </li> </ul>	
<p>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</p> <p>海外の原子力発電所において長年使用されている実績があり、最長では 48 年間交換の必要なく機能している。福島原発から燃料デブリを取出してしまうまでの数十年間、格納容器内に設置する多様な機器への電源供給、制御、各種測定データの取出しなどのための電気ペネトレーションとして長期にわたって無交換で安定した機能を発揮すると考えるためである。</p>	
４．開発すべき技術（例）	
５．備考	



〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	３次元視覚による遠隔解体支援システム
提案者	キヤノン IT ソリューションズ（株）、日本原子力発電（株）
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>（特徴）</p> <p>本支援システムの特徴は、設計ＣＡＤデータ並びに市販の３Ｄスキャンにて現場空間を計測し、そのデータをもとに別エリアで合成仮想空間を再現する（MR：複合現実感）技術にある。高度化されたＣＡＤ技術を応用することにより、高線量下における作業計画の合理化、作業時間の短縮から作業員の被ばく低減に効果が期待できるとともに、体感的な遠隔操作が実現できるシステムのため遠隔装置の操作トレーニングが可能である。将来的には本システムにより現場での遠隔自動操作までの発展が期待できる。</p> 	
<p>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）</p> <p>市販前であるが実証のための試験使用が終了し平成２４年中に発売予定の段階。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実証使用例としては、自動車・船舶・建機部門、建設部門、原子力発電廃止措置部門など多々ある</li> </ul>	
<p>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</p> <p>設計図面からの３ＤＣＡＤ化または３Ｄスキャンのデータを用いて現場状況を仮想空間に再現可能。この技術を応用することにより高線量下作業の事前検討、トレーニング、遠隔操作に有効であり、作業員の被ばく低減に寄与可能と考える。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p> <p>遠隔作業機と遠隔支援システムとの連携機能の開発</p>	
<p>５．備考</p> <p>本システムでは、複数の技術者が同じ対象物を同時にあらゆる角度から確認が可能であり、高線量下でのアクセスルート確保構築にかかる検討時間の短縮が可能。</p>	

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ											
分類移動装置	作業装置，支援装置，その他										
タイトル	遠隔操作用マルチエンドエフェクタ										
提案者	ダブル技研株式会社										
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>１つのみのアクチュエータにて様々な形状の物を把持することが可能であり、且つ水中にて使用可能なエンドエフェクタ。遠隔操作装置用として多様な用途への適用が可能。（障害物移動・撤去、作業用部品、工具、装置把持等の作業支援、及び燃料デブリの把持等を含む。）</p> <p>表．エンドエフェクタの主な仕様 (FA仕様Aタイプの場合)</p> <table border="1"> <tr> <td>最大可搬重量</td><td>5kg (2.5kg)</td></tr> <tr> <td>本体重量</td><td>2.5kg(1.9kg)</td></tr> <tr> <td>全長</td><td>300mm</td></tr> <tr> <td>全幅</td><td>300mm</td></tr> <tr> <td>全高</td><td>280mm(260mm)</td></tr> </table> <p>※本プロジェクトに適用させての仕様 変更可能。括弧内は B タイプ仕様</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>ロボットアームへの実装の様子</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>エンドエフェクタ 開閉の様子</p> </div> </div>		最大可搬重量	5kg (2.5kg)	本体重量	2.5kg(1.9kg)	全長	300mm	全幅	300mm	全高	280mm(260mm)
最大可搬重量	5kg (2.5kg)										
本体重量	2.5kg(1.9kg)										
全長	300mm										
全幅	300mm										
全高	280mm(260mm)										
<p>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）</p> <p>本技術を応用したものとして、海洋探査用ロボット、FA用、農産物収穫用途等としての実用化・納品実績あり。</p>											
<p>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</p> <p>現場では移動・撤去、作業対象物や燃料デブリの大きさ・形状は一定ではなく、様々な形状の対象物を把持可能なエンドエフェクタが必要となり、これには本エンドエフェクタが有効であると考えます。主な課題としては、現場にての具体的な把持対象や稼働環境を精査し、これに対し最適なものとするための実証試験とその反映が挙げられる。</p>											
<p>４．開発すべき技術（例）</p> <p>基本となる技術は確立しており、今回の現場に適合させた仕様としてのエンドエフェクタを開発する。例えば、把持する対象として想定される装置や燃料デブリ、撤去・移動対象物の大きさや形状に合わせ、必要な出力、規模のエンドエフェクタを開発する。</p>											
<p>５．備考</p> <p>本技術所有の企業〔ダブル技研(株)〕に於いては、(株)アトックス殿への原発施設の点検・清掃用ロボットの開発・納品実績や、除染装置の開発から実用化までの実績もあり、本装置の除染用装置への適用開発の際にもそれらの技術・経験を活用することが可能である。</p>											

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	支援装置
タイトル	油圧カッター&コンクリートクラッシャー
提案者	パワーシステム株式会社
2. 技術内容（特徴、仕様、性能など）	
<p>目的地へ辿り着くまでの経路上に現れる様々な障害物を解体することが出来ます。</p> <p>スチールパイプ・アングル・ケーブル等は油圧カッターで切断し、コンクリート・レンガ・ブロック・瓦礫等はコンクリートクラッシャーにて搬出しやすいサイズに解体。水中での稼働も可能です。</p> <p>切断力：7~65ton      重量：8~21kg</p> <p>開刃寸法：95~360mm    使用圧力：50~70MPa</p> <p>切断実績：φ100 電力／電気ケーブル、配管φ50×2t, アングル 50mm×6t, F B 83mm×4.5t, S G P 5 0 A, エスカレータ手すり, エレベータケーブル, トランス, グレーチング, タイヤ, ホイール, まくら木, S S / S U S / 鋳物 / アルミ / 銅製品、コンクリート瓦礫、レンガ等</p>	
	
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）	
産業廃棄物処理施，自動車解体プラント，家電解体プラント，自治体，原子力研究機関	
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
放射線環境での使用	<input checked="" type="radio"/> 可 <input type="radio"/> 否    本体手動 or 油圧ユニット側での遠隔操作で対応
高温環境(60℃)での使用	<input checked="" type="radio"/> 可 <input type="radio"/> 否    設計条件：－20～80℃
ベデスタル内へのアクセス	<input type="radio"/> 可 <input checked="" type="radio"/> 否
燃料デブリ位置／性状調査	<input type="radio"/> 可 <input checked="" type="radio"/> 否
技術的情報の開示・改造対応	<input type="radio"/> 可 <input checked="" type="radio"/> 否    改造等については内容により対応致します
運転・運用技術者の派遣	<input checked="" type="radio"/> 可 <input type="radio"/> 否    取扱い指導員の派遣が可能
4. 開発すべき技術（例）	
自動化を行う場合、作業者が行う作業の代行装置／解体・撤去品の搬出装置が必要	
5. 備考	



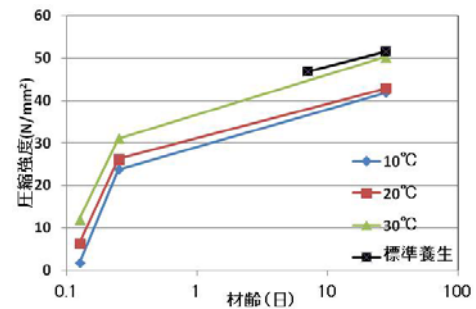


技術カタログ	
分類移動装置	ECAD System (Cable testing system)
タイトル	熱電対などの計測系電気回路を1台の計測器で複数の計測方法により計測し熱電対及びその伝送回路の健全性・信頼性・劣化進行状況を検証・解析するシステム
提案者	阿南電機㈱ / (米)CM Technologies 社(PENTEK 社 子会社)
<p>1. 技術内容(特徴、仕様、性能など)</p> <p>本技術は、米国 TMI-2 事故における燃料溶融事故において高温、水分等に曝されたケーブル導体、絶縁体、接続状況の健全性を検証するためのシステムとして開発される。</p> <p>原子炉压力容器、格納容器内には数多くの回路、センサー(熱電対など)、ケーブルなどが張り巡らされている。通常はそれぞれのセンサー、ケーブルなどが「正常○ / 異常(故障)×」のいずれかの評価がなされているが ECAD System はその張り巡らされたケーブルを個々に“多面的評価”且つ“相対比較評価”することで、どの場所で「ヒートストレス」「水分侵入」「断線」などの事象が発生しているかなど、はるかに多くの情報を得ることが可能。(従来手法では複数の計測器が必要となり作業スペースが限られる現場では計測器の入れ替えにも時間がかかり作業負担も増大し現場滞在時間も長くなる。又、複数の計測器で得られた結果の総合的解析には多くの労力が必要とされる。)</p> <p>“多面的評価”としては「DC 抵抗」「インピーダンス(Z and <math>\theta</math>)」「TDR」「絶縁抵抗(IR)」「誘電吸収比(DAR)」などを利用しその波形をディスプレイ表示。</p> <p>“相対比較評価”としては、同様な回路や以前計測した同じ回路のデーター波形をディスプレイ上で重ね合わせて傾向変化を容易に把握することが可能。</p> <p>米国 NRC では原子力発電設備の健全性を検証する手法として電気回路・ケーブルに関しては一種類だけの計測方法ではなく異なる複数の計測方法によりその健全性を多面的に検証することが有効であるとの考えに基づき ”Draft Regulatory Guide DG-1240, 2010 年 6 月付“を発行。ECAD システムはその Regulatory Guide に沿った計測をすることができる。</p>	
<p>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)</p> <p>Elxelon, US 、 Entergy, US、 Texas Utility, US、 Southern California Edison, US、 First Energy、 Dominion Energy, US、 FP &amp; L, US、 Bruse Power, Canada、 British Energy, UK、 KEPCO Kori, Korea、 Nordostschweizerische, Switzerland、 Vattenfall Ringhals, Sweden、 Santa Maria de Gerona, Spain、 NASA その他</p> <p>(添付顧客リスト参照)</p>	
<p>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</p> <p>報道では、2号機 熱電対の健全性(信頼性)の評価が大きな話題になっている。核燃料損傷により大きな熱ストレスを受け、又緊急冷却のために利用された海水に接したと考えられる熱電対などの計測回路を ECAD System を利用することで、「正常 / 異常」のみならず、熱電対と信号伝送回路の総合的な健全性・信頼性、劣化の進行状況、事象(ヒートストレス、水分の侵入、断線、絶縁劣化)、その事象の位置特定までが短時間で可能。</p> <p>計測のための接続はコントロールルームの端子から行うことができる。</p> <p>軽量(15kg)、コンパクト(L480×W330×H200mm)で現場への持ち込みも容易。</p> <p>CM Technologies 社は、24H/8days 診断技術者派遣を行っており診断サービルも行う。原子炉压力容器、格納容器の状況把握の信頼性向上、計測デバイス・伝送回路の劣化進行状況の把握への大きな貢献が期待できる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術(例) 特になし。</p>	
<p>5. 備考</p>	

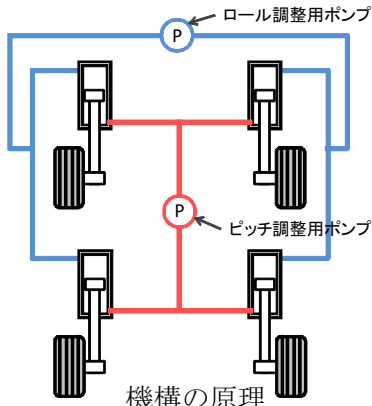
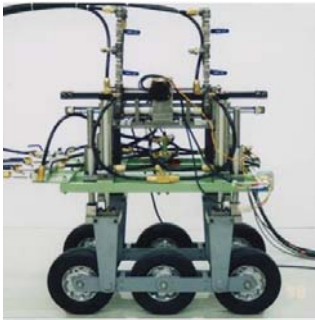

〔書式 2-3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	トーラス室壁面補修ロボット
タイトル	トーラス室壁面の材料の組合せによる止水方法
提案者	株式会社 竹中工務店
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>【建築用超速硬コンクリート】 当社保有技術（開発中）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 緊急工事用の超速硬コンクリートに比べてコストが安価でかつ加熱をすることで硬化が促進される超速硬コンクリート。コンクリート温度、養生温度をコントロールすることにより 3 時間で圧縮強度 12N/mm<sup>2</sup> の速硬性を実現。材齢 7 日で設計基準強度を発現可能。</li> <li>・ 設定スランプは 12cm であるが、流動性の高いタイプ（現時点ではスランプフロー 50cm）まで拡張可能。</li> <li>・ 高温で養生するほど弱材齢、長期材齢ともに強度発現が良好という特徴を有する。</li> </ul> <p>【シリコン系シーリング材】 汎用材料の適用性確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 汎用の内外装目地、コンクリート打ち継ぎ目地用のシリコン系シーリング材について、各種製品の海水中での作業性、接着性、硬化性について検討。セメダイン(株)の POS シール、POS シールマルチ、スーパーシールについて高い止水性を確認</li> </ul>	
<p>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）</p> <p>【建築用超速硬コンクリート】 模擬実験による高温下（気中）での強度発現の確認</p> <p>【シリコン系シーリング材】 海水中でのシール部や FEB 防水層の破損部における補修実績</p>	
<p>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</p> <p>流水状況、高温・高線量下、濁水中で確実な止水を行うためには、①コンクリート（モルタル）による大開口の大まかな閉塞→②シーリング材による細部（隙間）の閉塞の 2 段階の止水が効率的と考え、上記材料の組合せにより確実な止水およびバウンダリの確保が期待できると考える。超速硬コンクリートについては水中不分離性の確保による施工性向上、シーリング材については高温下での適用性確認が課題。また、高線量下での耐久性についても未確認。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>上記、材料の適用条件の確認、最適な材料調合</p> <p>補修用ロボットによる作業性の確認</p>	
5. 備考	



〔書式2－3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類	移動機構
タイトル	不整地走行、姿勢制御可能な連動型サスペンション機構
提案者	（株）竹中工務店
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>機構の原理</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>6輪不整地走行ロボット</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>不整地対応高所作業車</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サスペンションシリンダを図のように連動させることで、不整地で車体の安定性を保ったまま各車輪への荷重配分を確保でき、前後・左右の作動油をポンプにより移動させることでロール・ピッチ各方向の傾斜を個別に調整できるため容易に姿勢制御が可能</li> <li>・6輪不整地走行ロボット、不整地対応型高所作業車等の開発によりその有効性を確認</li> <li>・現在、油圧シリンダを使わずに同等の機能を有するサスペンションメカニズムをすでに開発しており、油漏れのないさらにシンプルで高精度な制御が可能</li> </ul>	
<p>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）</p> <p>不整地で安定した走行と作業が可能な不整地対応高所作業車を昭和飛行機と共同開発し、十分な有効性を確認したが、コストアップのため普及には至らなかった。</p>	
<p>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</p> <p>本機構は、スプリングや各車輪をアクチュエータで支えることなく車輪が床の凹凸に追従し、最小限のセンサ（傾斜計のみ）簡単な制御で水平を確保することができるため高放射線下の作業機に適している。凹凸や段差の大きさなど要求性能に合わせて仕様およびクローラや多車輪などの最適な走行機構を設定し、実用機に組み込む必要がある。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐過酷環境（放射線性等）仕様への対応：センサ（傾斜計、加速度計等）</li> <li>・転倒防止のための予測制御、転倒時の安全性確保、復帰メカニズム等</li> </ul>	
<p>5. 備考</p>	



〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ

分類	移動機構
タイトル	吸着走行装置
提案者	株式会社アトックス

1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）

真空吸引により装置を壁面に吸着させて走行する機構。吸着盤は首振り機能があるため、対象面の凹凸による真空破壊を起こさずに追従して吸着走行することができる。真空ポンプを使用して壁面に吸着する仕様とエジェクタを使用して壁面に吸着する仕様がある。

写真1 真空ポンプ使用の吸着走行装置

写真2 エジェクタ使用の吸着走行装置

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あり。

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	Ⓐ・否	原子炉ウェルへ壁面除染での実績あり
高温環境（60℃）での使用	Ⓐ・否	検証が必要
ペDESTAL内へのアクセス	可・Ⓐ	
改造対応	Ⓐ・否	用途に応じた改造が可能
運転・運用技術者の派遣	Ⓐ・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）

除染機構、計測装置との組み合わせが必要

5. 備考

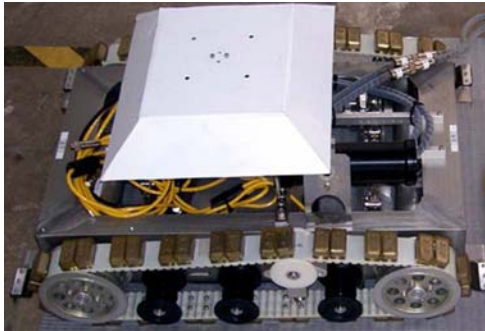
〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																									
分類	移動装置、検査装置																								
タイトル	配管検査装置																								
提案者	株式会社アトックス																								
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>配管外周面に磁力で吸着走行しながら超音波厚さ測定を行う走行装置。走行ベルトガイドを交換することで様々な配管、タンク等の検査が可能である。また、清掃用ブラシを標準装備しており、苔や垢のついた配管でも正確に測定することが可能である。</p> <p>表 配管検査装置 仕様</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>外形寸法</td> <td>W370×L540×H180mm</td> </tr> <tr> <td>質 量</td> <td>20kg</td> </tr> <tr> <td>走行速度</td> <td>～1.8 m/min</td> </tr> </tbody> </table>		外形寸法	W370×L540×H180mm	質 量	20kg	走行速度	～1.8 m/min																		
外形寸法	W370×L540×H180mm																								
質 量	20kg																								
走行速度	～1.8 m/min																								
 <p>写真 配管検査装置</p>																									
<p>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）</p> <p>実績なし</p>																									
<p>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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など（定量的に）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>可・<input checked="" type="radio"/></td> <td>現在検討中</td> </tr> <tr> <td>高温環境（60℃）での使用</td> <td>可・<input checked="" type="radio"/></td> <td>実績なし</td> </tr> <tr> <td>ペデスタル内へのアクセス</td> <td>可・<input checked="" type="radio"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>改造対応</td> <td><input checked="" type="radio"/>・否</td> <td>用途に応じた改造が可能</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td><input checked="" type="radio"/>・否</td> <td>福島第一原子力発電所に派遣可能</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		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・ <input checked="" type="radio"/>	現在検討中	高温環境（60℃）での使用	可・ <input checked="" type="radio"/>	実績なし	ペデスタル内へのアクセス	可・ <input checked="" type="radio"/>		改造対応	<input checked="" type="radio"/> ・否	用途に応じた改造が可能	運転・運用技術者の派遣	<input checked="" type="radio"/> ・否	福島第一原子力発電所に派遣可能						
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・ <input checked="" type="radio"/>	現在検討中																							
高温環境（60℃）での使用	可・ <input checked="" type="radio"/>	実績なし																							
ペデスタル内へのアクセス	可・ <input checked="" type="radio"/>																								
改造対応	<input checked="" type="radio"/> ・否	用途に応じた改造が可能																							
運転・運用技術者の派遣	<input checked="" type="radio"/> ・否	福島第一原子力発電所に派遣可能																							
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>装置の位置制御、姿勢制御</p>																									
<p>5. 備考</p>																									

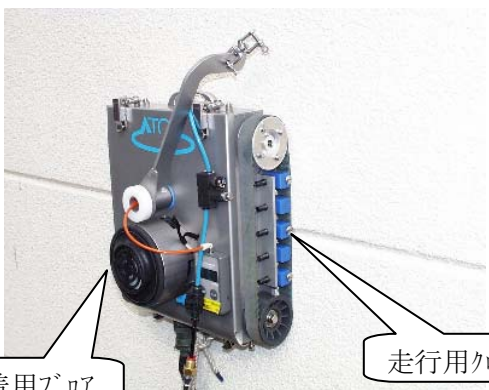
〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

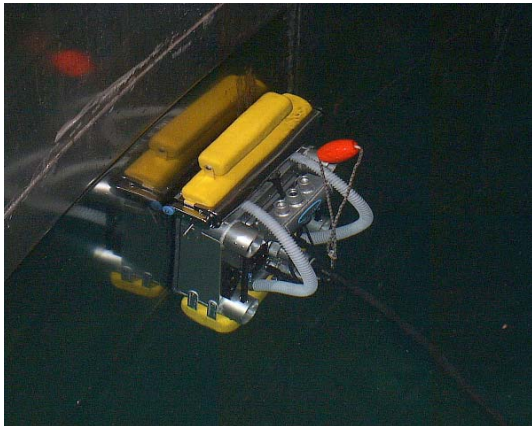
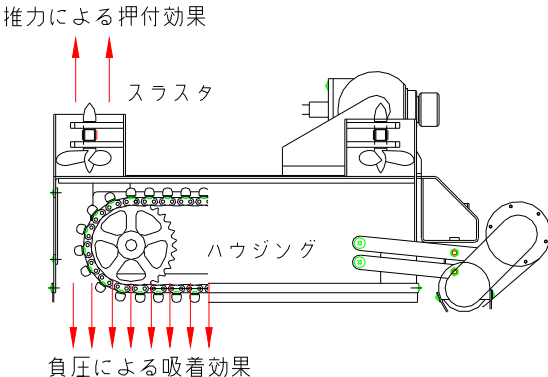
技術カタログ																									
分類	移動装置、検査装置																								
タイトル	表層検査装置																								
提案者	株式会社アトックス																								
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>磁力で対象に吸着し走行する検査装置で、表層の外観を撮影記録し、この映像から表層劣化および薄材の腐食を検査する。水深 10m までの水中でも運用可能で、堆積したクラッドの回収と表層検査を同時に実施することが可能である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>表 表層検査装置 仕様</p> <table border="1"> <tr> <td>外形寸法</td> <td>W440×L723×H300mm</td> </tr> <tr> <td>質 量</td> <td>40kg</td> </tr> <tr> <td>走行速度</td> <td>最大 6.0 m/min</td> </tr> </table> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真 表層検査装置</p> </div> </div>		外形寸法	W440×L723×H300mm	質 量	40kg	走行速度	最大 6.0 m/min																		
外形寸法	W440×L723×H300mm																								
質 量	40kg																								
走行速度	最大 6.0 m/min																								
<p>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）</p> <p>福島第一原子力発電所で実証試験あり</p>																									
<p>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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など（定量的に）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>☑・否</td> <td>福島第一原子力発電所で実証試験あり</td> </tr> <tr> <td>高温環境（60℃）での使用</td> <td>☑・否</td> <td>検証が必要</td> </tr> <tr> <td>ペデスタル内へのアクセス</td> <td>可・☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>改造対応</td> <td>☑・否</td> <td>用途に応じた改造が可能</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td>☑・否</td> <td>福島第一原子力発電所に派遣可能</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		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	福島第一原子力発電所で実証試験あり	高温環境（60℃）での使用	☑・否	検証が必要	ペデスタル内へのアクセス	可・☒		改造対応	☑・否	用途に応じた改造が可能	運転・運用技術者の派遣	☑・否	福島第一原子力発電所に派遣可能						
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	福島第一原子力発電所で実証試験あり																							
高温環境（60℃）での使用	☑・否	検証が必要																							
ペデスタル内へのアクセス	可・☒																								
改造対応	☑・否	用途に応じた改造が可能																							
運転・運用技術者の派遣	☑・否	福島第一原子力発電所に派遣可能																							
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>走行駆動機構、位置検出機構</p>																									
<p>5. 備考</p>																									



〔書式2－3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ		
分類移動装置	移動機構（壁面吸着走行）	
タイトル	ブラシ型吸着走行装置	
提案者	株式会社 アトックス	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
大容量ブローによりブラシ型吸盤内部を負圧として壁面に吸着、自走する。 ブラシが壁面の凹凸に追従する為、タイル地のような壁面でも走行が可能。調査用カメラ、 除染用ブラシ等を搭載することで、壁面の調査、除染に利用できる。		
<div><div><p>吸着用ブロー</p></div><div><p>走行用クローラ</p></div><div><p>ネットワークカメラ</p></div></div>		
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）		
導入実績無し。試験機製作のみ		
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		
燃料取出し作業前の調査（建屋壁面、PCV 壁面の状況、貫通口の確認 等）に適用		
適用課題	可否	備考・根拠
放射線環境での使用及び高温環境（60℃）での使用	可	走行機構に電子部品不使用、搭載機器について検証必要
ペディスタルへのアクセス	可	壁面を自走可能
燃料デブリ位置/性状調査	否	計測装置が必要
技術情報の開示・改造	可	対象に合わせ改造可、情報開示は制限あり
運転技術者の派遣	可	福島第一に常駐要員がおり対応可能
4. 開発すべき技術（例）		
自己位置検出機構（3D ジャイロ等）、計測装置との組み合わせ		
5. 備考		
対象壁面が鋼鉄の場合は、マグネット式クローラに変更可能		

[書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ		
分類移動装置	移動機構（壁面吸着機構）	
タイトル	水中壁面吸着走行装置	
提案者	株式会社 アトックス	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
<p>小型スラストにより、ハウジング内を負圧状態にすることで水中にて壁面に吸着走行する。スラスト回転の切替により、水面を航行することも可能。</p>		
		
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）		
水道局、配水池清掃作業		
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		
地下、PCV 内部等、冠水区域の調査に適用		
適用課題	可・否	備考・根拠
放射線環境での使用及び高温環境（60℃）での使用	可	走行機構に電子部品不使用、搭載機器について検証が必要
ペディスタルへのアクセス性	可	水面を航行し、該当壁面に吸着走行可能
燃料デブリ位置/性状調査	否	計測装置の検討が必要
技術情報の開示	可	対象に合わせ改造可、情報開示は制限あり
運転技術者の派遣	可	常駐要員により対応可能
4. 開発すべき技術（例）		
自己位置検出機構（3D ジャイロ等）、計測装置との組み合わせ、ケーブル送出し機構		
5. 備考		

〔書式 2－3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

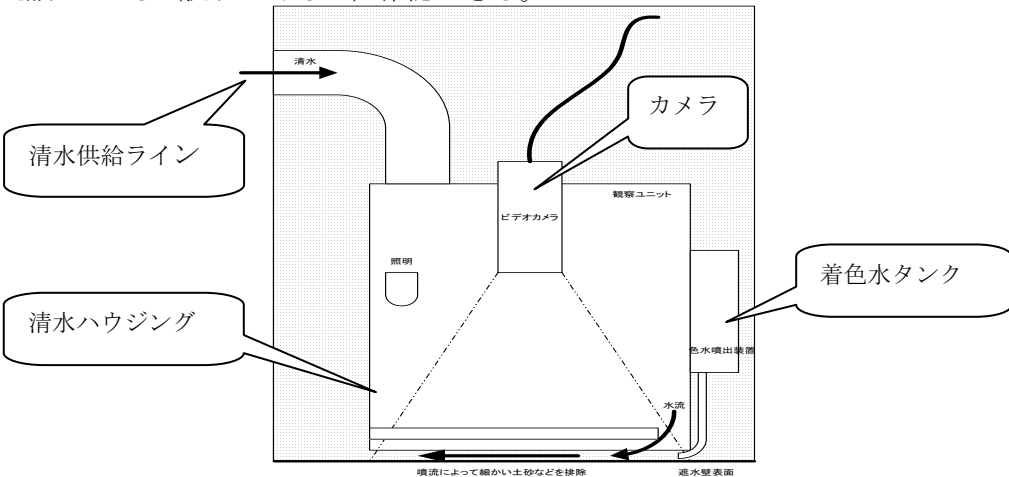
や計測機器に関連する技術）用

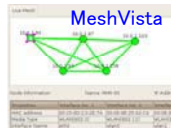

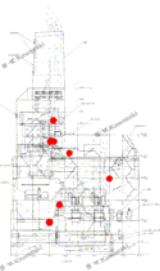
技術カタログ		
分類	計測装置、監視装置	
タイトル	耐放射線カメラ、および電動雲台	
提案者	株式会社アトックス／セントロニック	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
イギリス Centronic 社の耐放射線カメラは撮像素子に撮像管を使用した高放射線下で使用できるカメラで、以下の性能を有する（詳細は添付カタログ参照）。		
耐放射線性		
線量率：10 <sup>4</sup> Gy/h 集積線量：2×10 <sup>6</sup> Gy（Co60 線源）		
耐環境性		
使用温度：45 度（水中 60 度）		
50m防水		
特に CR2225 はカメラとコントローラ間の距離を最大 500m まで延長することができ(条件により 500m 以上も可能)、遠隔ロボットなどに搭載した際に長距離通信が可能である。（撮像管式カメラはビデオプロセス回路が分離独立しており、延長距離は 50m程度であることが多い）		
株式会社アトックスが日本における代理店であり、公式トレーニングを修了した技術者が現地メンテナンスにあたる。		
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）		
国内プラント（高線量セル、シュラウド交換時の工事監視用など）		
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
放射線環境下での使用	可	
高温環境(60℃)での使用	可(条件付)	水中での条件付
ペデスタル内へのアクセス	可	
技術情報の開示・改造対応	条件付	特殊技術(ノウハウ)の情報開示は除く 改造対応化
運転・運用技術者の派遣	可	
4. 開発すべき技術（例）		
本カメラを搭載した遠隔操作ロボットなど		
5. 備考		
オプションで水平 360 度、垂直 180 度に旋回可能な電動雲台が使用可能(カメラ同様に 500m の延長下で使用可能)。他にライトやマイク等のオプションも有する。		



〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ		
分類移動装置	水中観察カメラ	
タイトル	濁水内観察カメラ	
提案者	東電工業株式会社／株式会社アトックス	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
<p>濁水中では、カメラと対象壁面の間が汚れており観察が困難であるが、レンズを壁面に接近させ、隙間に清水を流すことで鮮明な画像を得る。着色した水を流すことで、亀裂から水が漏れている（流れがあるか）確認できる。</p>		
		
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）		
ダム点検		
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		
地下、PCV 内部等、冠水区域の調査に適用		
適用課題	可・否	備考・根拠
放射線環境での使用及び高温環境（60℃）での使用	否	カメラの耐放射線性能の検証が必要
ペディスタルへのアクセス性	可	ROV、クローラユニット等に搭載
燃料デブリ位置/性状調査	否	壁面の健全性確認のみ
技術情報の開示	可	対象に合わせ改造可、情報開示は制限あり
運転技術者の派遣	可	常駐要員により対応可能
4. 開発すべき技術（例）		
ケーブル、ホース送出し機構、カメラの耐放性、		
5. 備考		
ハウジングが密着できない箇所への適用は困難		

技術カタログ	
分類移動装置	移動装置用 通信装置 (無線通信)
タイトル	アドホック無線通信機 <b>RMR</b> 及びアドホック無線通信用ソフトウェア <b>MeshCruzer</b>
提案者	株式会社シンクチューブ
<p><b>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● アドホック無線通信網を 802.11 無線 LAN を活用して実現 (2.4GHz, 5.2GHz, 4.9GHz 対応)</li> <li>● 自律的、自動的に通信経路を自動構築 (ネットワーク構成規模: ~約 40 台 (伝送負荷依存))</li> <li>● 中継処理において要する通信遅延は、数ミリ秒以下 (過負荷状態を除けば 1 ミリ秒以下)</li> <li>● 移動に伴う経路切替え時の通信切断時間短縮機能実装 (数十ミリ秒~1 秒)</li> <li>● 通信遅延が増加する過負荷状態を緩和するための多重ラジオ (複数チャネル) 機能を実装</li> <li>● 無線通信だけでなく有線リンク混在可能 (自動認識、有線切断時には無線へ自動切替)</li> <li>● 現場環境でのシステム運用を支援する機能、ツールを提供 <ul style="list-style-type: none"> <li>● MeshVista: 無線リンクの電波強度、通信品質を監視</li> <li>● 移動体操作卓に無線通信状態を統合表示可能</li> </ul> </li> </ul>   <ul style="list-style-type: none"> <li>● RMR9000: <a href="http://www.thinktube.com/catalog/prod_catalogs/RMR9000_20100715.pdf">http://www.thinktube.com/catalog/prod_catalogs/RMR9000_20100715.pdf</a></li> <li>● MeshCruzer (RMR9000 搭載アドホック無線通信ソフトウェア) は、各種 HW へ移植可能 (Android 端末、ノート PC など各種 LinuxOS 環境での稼動実績有り)</li> </ul>	
<p><b>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)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 国内ロボットメーカー数社への納入実績あり</li> <li>● 広域土木工事現場: 環境モニタリングシステム (10~15 台構成、2008 年より連続稼動中)。</li> <li>● 大型 LNG 船・船内無線通信ネットワーク (各種計器データの収集、2008 年、右図参照)</li> <li>● 動物園: カメラ映像伝送用システム (23 台構成、2010 年より連続稼動中)</li> <li>● 製造業工場: 大型重機操縦指示伝達システム (6 台構成)</li> <li>● NEDO 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト (クインス/UMRS2009 に搭載)</li> </ul> 	
<p><b>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</b></p> <p>高線量下での使用などの点でハードウェア部には課題を残しますが、中核となるソフトウェア機構に関しては過去の実証実験、民間現場での実運用実績をもとに有効であると考えます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 適用可と考える根拠 <ul style="list-style-type: none"> <li>● カメラならびに計測機器を搭載した走行機器を遠隔操縦するために必要となる、低遅延の映像伝送を実現する為に有効な自律中継無線伝送システム技術であること</li> <li>● 多数の干渉物/構造物が存在する環境における稼動実績 (大型 LNG 船事例など)</li> <li>● 有線通信と無線通信を組み合わせる冗長化対応機能を実現済み、有線通信障害時に瞬時に無線システムへ自動切替可能 (狭隘部移動等における有線通信障害リスク対応)</li> <li>● NEDO 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクトだけでなく商用化された複数のロボットに搭載された実績を有すること</li> </ul> </li> <li>● 技術的課題 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 通信用ボードなどの HW 部分については高線量下での使用可否については未検証。</li> <li>● 映像伝送を前提とした通信距離の延長 (物理層: 低周波数利用、高出力化) 汎用無線 LAN は最大出力 10mW/MH 以下 (電波法規定)。見通し環境にて通信距離は~数 10m (映像伝送の場合)。多数の中継機が必要となり安定的な通信実現が困難。</li> <li>● 実効伝送容量の増加 (物理層: 広帯域化、 上位層: 圧縮、映像処理技術の活用)</li> </ul> </li> </ul>	
<p><b>4. 開発すべき技術 (例)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 高線量下、~80℃の高温環境で安定稼動可能なボードの採用</li> <li>● 無線通信距離を延伸し伝送容量増大を実現する無線メディアの採用: 一般向け無線 LAN 以外に、低周波 (1GHz 以下、例 180MHz 防災無線)、広帯域 (40MHz 幅)、高出力 (~数 W) を物理層に採用したアドホック無線通信システムの開発 (ソフトウェア層の技術は既存成果を適用可能)</li> <li>● 映像伝送負荷軽減技術 (圧縮、トランスポート層実装、映像処理によるデータ量軽減 等)</li> <li>● 移動体実装に適したアンテナおよびアンテナケーブル</li> </ul>	
<p><b>5. 備考</b> 特になし</p>	

〔書式2-3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ		
分類	移動機構（監視装置、制御装置を含む）	
タイトル	移動ロボット	
提案者	株式会社ゼットエムピー	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
<p>遠隔操作および自動走行が可能な移動ロボット。小型は、小回りが利き転倒することのない機構である。大型は計測装置やロボットアームなどを約 4t まで積載・牽引可能。レーザレーダ、カメラ／ステレオカメラ、ミリ波レーダ等の外界センサおよび GPS、IMU（慣性航法装置）、エンコーダにより自己位置を把握。ロボットの各種情報（CAN 情報）を取得し制御コントローラから操作可能。作業員が違和感なく操作可能なインタフェースを搭載。</p>		
<div><div><p>本体・タイヤとも高耐久性のオフロード型／キャタピラ型に変更可能。</p><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div>小型</div><div>中型</div><div>大型</div></div><div><div>建屋内</div><div>&lt;-----&gt;</div><div>建屋外</div></div></div><div><p>障害物を避けながら進む</p></div><div><p>監視／制御／操作インタフェース</p></div><div><div><p>←中型ロボットのシステム構成例</p></div></div></div>		
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）		
遠隔操縦や自動走行の実験車両として実績あり。		
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	電子部品の耐放射線仕様対応が必要
高温環境(60°)での使用	可・否	自動車の耐候性仕様に準拠
ペデスタル内へのアクセス	可・否	マニピレータ等の搭載が必要
燃料デブリ位置/性状調査	可・否	ステレオカメラにより可能
技術情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じハード、ソフトともカスタマイズ可能
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 電子部品の耐放射線仕様に変更。		
5. 備考 特になし		

②書式２：技術カタログ提案書

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類	放射線計測・解析装置
タイトル	臨界監視システム
提案者	株式会社ナイス
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>ここで提案する臨界監視システムは、福島原子力発電所で熔融事故を起こした原子炉中の燃料撤去や除染作業中の臨界を監視し、作業従事者の安全を図るものである。臨界検知の従来の方法は、核分裂による温度上昇やモニタリングポストの空間線量率の上昇及び排ガスをサンプリングして短半減期核種の放出を監視することによる、としているが、これらは臨界事故発生後の対応で、原子炉中の作業員を守ることはできない。ここで提案する方法は、臨界の接近を検知して警報を発するものである。</p> <p>本システムでは核分裂により発生する種々の希ガス（不活性ガス）が放出するガンマ線を計測し、核種間の相関をとることにより中性子増倍率を求める。福島の熔融燃料（デブリ燃料）の核分裂には「キュウリウム等の自発核分裂」と「放出された中性子をウラン等が吸収して起こる核分裂」の２種類がある。前者と後者により発生する中性子量の比の関数として中性子増倍率は求まる。中性子増倍率は臨界からの距離を測る最も標準的量であり、臨界接近を監視するのに適している。本システムでは、測定する核分裂生成ガスとして、希ガスの <math>\text{Xe}</math> と <math>\text{Kr}</math> を主対象としている。これら希ガスは他の物質と化学反応を起こさず検出器まで到達するので、発生量の推定を容易にする。また、核種間のガンマ線量の相関を用いて中性子増倍率を計算するので、発生したガスの絶対量は問題としないので、原子炉内の状態やガスの移行経路などの中性子増倍率の推定に与える影響は小さい。</p> <p>ガンマ線検出器としてはエネルギー分解能の良いゲルマニウム検出器を想定している。また、対象とする有力核種として、<math>\text{Xe}</math> 及び <math>\text{Kr}</math> を考えているので、これら核種が検出できることが望ましい。なお、東電が開発している「原子炉格納容器ガス管理設備」は短半減期核種の測定ができるようになっていることから、これが使用できれば、当システム構築は容易になる。</p> <p>「原子炉格納容器ガス管理設備」で測定されるガンマ線のスペクトルから、「核種の減衰補正をして核種毎の発生量を計算するプログラム」及び「核種の相関式から中性子増倍率を計算するプログラム」の作成及び「中性子増倍率の計算結果を用いて警報を発する系統」を構築する。なお、発生した希ガスが発生場所から検出器まで到達するのに、種々のパスが考えられるので、減衰補正の計算は、複数の希ガスから放出されるガンマ線の測定量から計算できるようになっていなければならない。</p>	

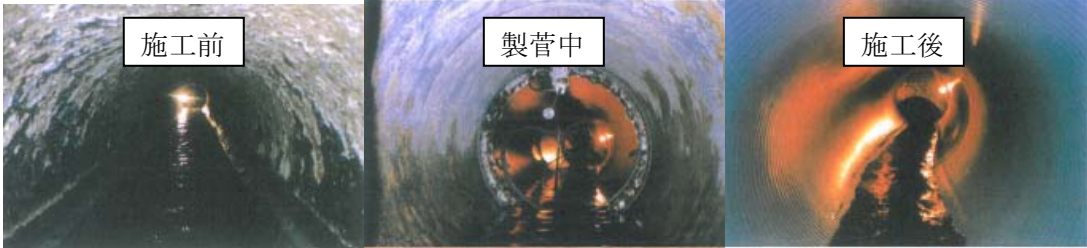
<p>2. 実績（国内プラント、海外プラント、他産業での実績を含む）</p> <p>ナシ</p> <p>FP ガスから放出されるガンマ線を測定して中性子増倍率を求める方法は、現在まで行われたことがない。</p>
<p>3. 福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術的課題</p> <p>福島第一原子力発電所には「原子炉格納容器ガス管理設備」を設置する計画があり、核分裂生成ガスのガンマ線スペクトル測定の準備ができており、この情報を計算機処理することにより臨界警報を発することができる。</p> <p>技術的課題としては、（１）Kr-88 等のガンマ線測定値の精度を上げること、（２）発生希ガスの種々な放出パスに対して、提案する減衰補正の方法の妥当性の確認をどのようにするか、（３）本システムで算出される中性子増倍率の計算結果の精度をどのように評価するか、（４）臨界警報発生する基準をどうするか。</p>
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>希ガスのガンマ線測定値から中性子増倍率を計算する一連の計算コードシステムを開発・整備する。また、その計算結果を用いて、臨界警報を発するシステムを開発・整備する。</p>
<p>5. 備考</p>



[書式2-3] セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	耐放射線内視鏡（開発品）
提案者	株式会社モリテックス
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 高い耐放射線量</li> <li>○ 高画素数</li> <li>○ 高輝度 LED 搭載</li> <li>○ 防水仕様</li> <li>○ 長尺 20m</li> <li>○ 安価</li> </ul> <p>※ 現在開発中のため、詳細仕様値は未定。</p> </div> <div style="flex: 1;">   </div> </div>	
<p>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）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 現在開発中。</li> </ul>	
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 高線量環境下での高輝度・高精細画像の取得。</li> <li>○ 長寿命。</li> </ul>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 同上。</li> </ul>	
<p>5. 備考</p>	

## 〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	S P R 工法
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ スチール補強剤を組み込んだプロファイル（硬質塩化ビニル樹脂）を自走式製管機に供給し、製管機のローラーが回転しながらプロファイルを所定の断面形状に成型。</li> <li>・ 円形断面以外にも既設管との相似ガイドフレームを作成することで、どのような断面にも製管が可能。</li> <li>・ 製管後は、既設管とのクリアランスに特殊裏込材を充填し強固な複合管を築造。 円形、ボックスカルバート、馬蹄形、などどのような断面でも自由に製管可能</li> <li>・ 下水を流しながら施工可能</li> <li>・ 長距離及び曲線の製管が可能</li> <li>・ マンホール間を一定の勾配を付けて更生可能</li> <li>・ 更生後の流下能力は更生前の設計流量と同等</li> <li>・ 更生後の強度は新品と同等に復元</li> <li>・ 更生後の耐久性、耐摩耗性、耐薬品性に優れる</li> </ul>	
	
<p>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）</p> <p>国内下水道工事で実績多数。</p>	
<p>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</p> <p>配管補修に適用できると考えられる。ただし、スパイラルの材質などの適用の可能性に関して、検討する必要がある。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p> <p>施工工程に関して、被曝の低減の検討を要する。</p>	
<p>5. 備考</p> <p>日本 S P R 工法協会パンフレット</p>	

[書式2-2] セッション1 (除染遠隔操作等) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	放射線マッピング・ロボット
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／S R A／C y b e r i a
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>フランスCEAの特許を活用したカメラ画像、ガンマ線マッピング、ガンマ線分光分析、空間線量測定、環境線量測定を一台で実施。有線で100mまで可能。</p> 	
<p>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)</p> <p>フランス CEA 施設、EDF 施設での使用実績有り</p>	
<p>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</p> <p>原子力関係施設、原子力発電所で使用されており、問題なく適用が可能と考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	放射線マッピング・ロボット
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／S R A／C y b e r i a
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>フランスCEAの特許を活用したカメラ画像、ガンマ線マッピング、ガンマ線分光分析、空間線量測定、環境線量測定を一台で実施。有線で100mまで可能。</p> 	
<p>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)</p> <p>フランス CEA 施設、EDF 施設での使用実績有り</p>	
<p>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</p> <p>原子力関係施設、原子力発電所で使用されており、問題なく適用が可能と考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	ミニロボット
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／英国 Marshall 社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>吸引ロボット・タイプとブルドーザータイプ</p> <p>吸引ロボットは既存の吸引装置との組み合わせにより汚染がれき等の吸引回収を実施。</p>   <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 50mまで延長可能</li> <li>・ 油圧操作</li> <li>・ 0.5m 幅 x2.2m 長 x0.6m 高</li> </ul>	
<p>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）</p> <p>一般産業での採用実績多数。</p>	
<p>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</p> <p>吸引トラックと吸引ロボットの組み合わせによりアクセスルート確保のための汚染がれき等の吸引回収を実施。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p>	
<p>５．備考</p>	



〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	除染技術 サクション回収（表面堆積物の回収）
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／英国 Marshall 社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>吸引トラックと吸引ロボットの組み合わせにより汚染がれき等の吸引回収を実施。</p> <div data-bbox="226 622 1024 1366">  </div>	
<p>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）</p> <p>一般作業で使用されているバキュームカーと一般産業で採用されている吸引ロボットの組み合わせ。</p>	
<p>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</p> <p>一般の確立された技術であり、問題ない。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p> <p>油圧コードの長さは、50 メートル。</p>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	階段リフター・ロボット
提案者	英国 Marshall 社／丸紅ユティリティ・サービス株式会社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>重量物を階段で揚げる際に油圧動作で積載物を平行に保ち、最大 1, 0 0 0 k g まで積載可能。</p> <p>寸法　：　0.72m 幅 x1.88m 長 x0.32m 高</p> <p>重量　：　1 6 5 k g もしくは 1 9 5 k g</p> <p>電源　：　2 3 0 もしくは 1 2 0 AC（バッテリータイプもあり）</p>	
<p>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）</p> <p>一般産業での採用多数。</p>	
<p>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</p> <p>既存技術であり、適用は可能</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p>	
<p>５．備考</p> <p>有線タイプと無線タイプの両方を準備。</p>	

## 〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	プルシアン・ブルー（紺青）不織布
提案者	クラレ（株）／丸紅 CLS（株）／ 丸紅ユティリティ・サービス株式会社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プルシアン・ブルー（紺青）は、セシウムを選択的に吸着する特徴をする。クラレの固着技術で不織布に加工</li> <li>・ プルシアンブルーの平衡吸着量は 3・10mg・Cs/1g です。</li> <li>・ 特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>- マイクロファイバー集合体のため、吸着速度が速い。</li> <li>- プルシアンブルーを 1 %担持させた不織布 1 k g で、Cs を 3 0 – 1 0 0 m g 吸着。</li> <li>- 強度・耐酸性に優れるため、様々なシーンでの利用が可能。</li> <li>- シート状で扱いやすく、圧縮・裁断による減容が可能。</li> <li>- クラレ独自の固着技術により、粒子の脱落を抑制</li> </ul> </li> <li>・ 想定対象 ： 汚染水、汚染土壌、汚染汚泥、汚染廃棄物、など。</li> <li>・ 想定使途 ： 液体・気体フィルター、土壌吸着マット、フロアマット、被覆材、ワイピングクロス、袋体、手袋、など。</li> </ul>	
<p>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）</p> <p>研究開発終了段階で、実績は無し。ラボベースでの評価結果。</p>	
<p>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</p> <p>プルシアンブルーが Cs を吸着することはよく知られた技術であり、問題シーンによって、適用可能と考える。</p>	
<p>４．開発すべき技術</p> <p>プルシアンブルーは焼却が可能だが、900℃以下の温度の焼却では、シアンガスの発生があるため、900℃以上の焼却炉があれば、減容も可能と考えられる。</p>	
<p>５．備考</p>	

[書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	原子炉ビデオ検査装置
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 eca HYTEC 社
<div>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>・ PWR 原子炉検査で使用実績多</li><li>・ 耐放射線対応</li></ul><div></div><ul style="list-style-type: none"><li>・ 気中、水中両用ナトリウム照明 (1000W/24,000 時間)</li><li>・ ハロゲン照明 (狭隘部)</li></ul></div>	
<div>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)</div> <div>フランス、その他で採用</div>	
<div>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</div> <div>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</div>	
<div>4. 開発すべき技術 (例)</div>	
<div>5. 備考</div>	

〔書式２－３〕 セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

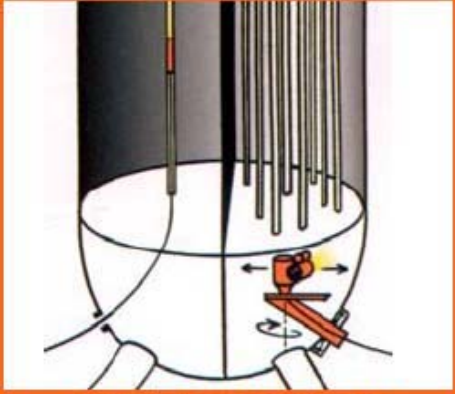
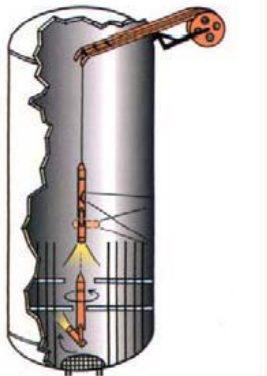
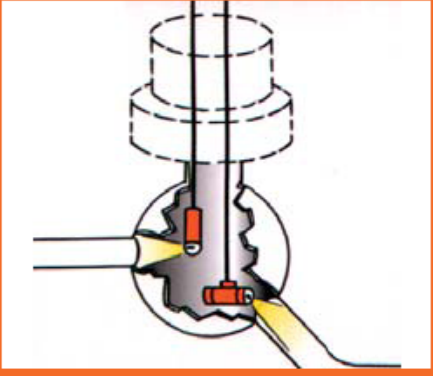
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	放射線量測定ロボット
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 eca HYTEC 社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フランス軍偵察用ロボットとして開発</li> <li>・オプションとして線量測定装置を搭載可能</li> <li>・屋内外で使用可能</li> <li>・夜間での使用も可能</li> <li>・電源：15V リチウムイオン電池</li> <li>・稼働時間：最大2.5時間</li> <li>・最高速度：5km/h</li> <li>・寸法：364mm(L)x392mm(W)x170mm(H)</li> <li>・障害物：15cmまで乗り越え</li> <li>・ロボット重量：6.1kg</li> <li>・積載可能荷重：5kg</li> <li>・操縦器：5kg</li> </ul> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;">   </div>	
<p>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）</p> <p>フランス、その他で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランス、欧州で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p>	
<p>５．備考</p>	



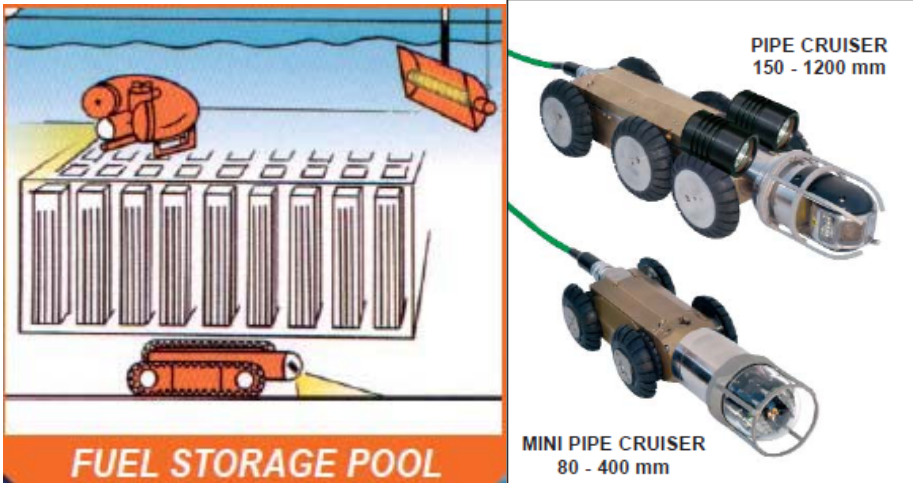
[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	ビデオ検査装置 (耐放射線カメラ)
タイトル	
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社/仏 eca 社
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PWR 蒸気発生装置内部等の検査での実績多</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>STEAM GENERATOR</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>PRESSURIZER</b></p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p><b>COOLANT PUMP</b></p> </div>	
<p>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)</p> <p>フランス、その他の PWR で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p> <p>福島での特殊事情に合わせたモデルに改良する必要があるかを確認する必要がある。</p>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式２－３〕 セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	使用済み燃料プールビデオ検査装置（耐放射線カメラ）
タイトル	
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 eca 社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>・フランス PWR での実績多</p> <div data-bbox="225 680 1142 1162">  </div> <p>原子炉内、使用済み燃料プール、配管内での使用が可能</p>	
<p>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）</p> <p>フランス、その他の PWR で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>福島での特殊事情に合わせたモデルに改良する必要があるかを確認する必要がある。</p>	
<p>5. 備考</p>	

## 〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	流体のインライン放射線量測定システム
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 Lemer Pax 社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リアルタイム汚染流水の放射線測定装置</li> <li>・プラグ・アンド・プレイ・システム</li> <li>・POSIBOX（放射線対応産業用 PC）組み込み</li> <li>・タッチスクリーンでのコントロール</li> <li>・70 ベクレルから 2 テラベクレルまで測定可能</li> <li>・50 m ケーブル／数キロからの遠隔操作可能</li> <li>・適用温度 ： 60℃ （80℃まで改良は可能）</li> <li>・測定可能核種例 ： H-3,Rb-86,,Sr-89,Sr-90,Y-90,Y-91,Nb-95,Tc-99,Ru-103,Ru-106, Rh-103m,Ag-110m,Cd-113m,Cd-115m,Sn-119m,Sn-123,Sn-126,Sb-124,Sb-125, Te-123m,Te-125m,Te-127,Te-127m,Te-129,Te-129m,I-129,Cs-134,Cs-135,Cs-136, Cs-137,Ba-137m,Ba-140,Ce-141,Ce-144,Pr-144,Pr-144m,Pm-146,Pm-147,Pm-148, Pm-148m,Sm-151,Eu-152,Eu-154,Eu-155,Gd-153,Tb-160,Pu-238,Pu-239,Pu-240, Pu-241,Am-241,Am-242m,Cm-242,Cm-244,Mn-54,Co-60,Ni-63,Zn-65 等 （300 核種）</li> </ul>	
<p>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）</p> <p>シンガポールの病院で 3 台の実績有り。今後追加での導入が予定されている。</p> <p>フランス国内の発電所でも導入予定</p>	
<p>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</p> <p>カタログ商品であり、流体の放射線量の測定のニーズがあれば、適用は可能。</p>	
<p>４．開発すべき技術</p>	
<p>５．備考</p>	

〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用


技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	遮蔽フォークリフト
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 Lemer Pax 社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div data-bbox="226 575 707 1214" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・トヨタ電動フォークリフト TLP3000</li> <li>・Lemer Pax 社遮蔽設計の運転席</li> <li>・70mm Pb 遮蔽能力</li> <li>・遮蔽ラミネート・ガラス</li> <li>・吸気活性炭フィルターシステム</li> <li>・最大積載荷重 : 3 トン</li> <li>・最大揚高 : 6 m</li> <li>・ご要求に応じて遠隔操作などの機能を追加可能</li> </ul>	
<p>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）</p> <p>フランス・マルクールの前処理工場解体で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランスでも実績があり、人間の操作のため、採用に問題ない。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式 2-2] セッション 1 (除染遠隔操作等) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	遮蔽マルチ重機
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 Lemer Pax 社
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <div data-bbox="225 584 1054 1160" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 70 mm Pb 遮蔽能力</li> <li>・ 遮蔽ラミネート・ガラス</li> <li>・ 吸気活性炭フィルターシステム</li> <li>・ 最大治具積載荷重 3.5 トン</li> <li>・ 速度 6 km/h</li> <li>・ 2.3 m 幅 x 3.7 m 長 x 2.9 m 高 (運転席まで)</li> </ul>	
<p>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)</p> <p>フランス・マルクールの再処理工場解体で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランスでの脳実績もあり、人間の運転のため、特に問題なく使用可能。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p> <p>ご要求に応じて遠隔操作などの機能を追加可能</p>	
<p>5. 備考</p>	


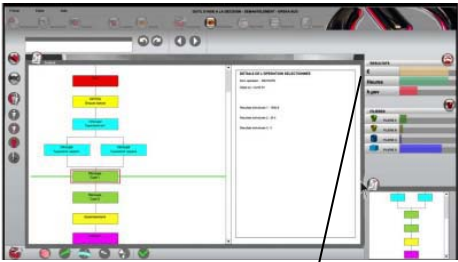


〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用



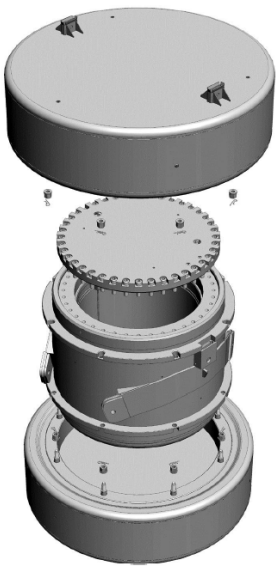
技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	遮蔽材（Novashield）
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 Lemer Pax 社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div data-bbox="225 544 1185 880">  </div> <p>（詳細は添付をご参照願います。）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛ではなく、ビスマス、タングステン、アンチモン等を遮蔽材料として特殊加工し、薄いシート状に加工。</li> <li>・配管等に密着させて使用することが可能。</li> <li>・鉛毛マットより融通性があり、色々なシーンでの使用が可能。</li> <li>・添付仕様にカタログでの寸法より幅広いシートの供給も可能</li> </ul>	
<p>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）</p> <p>フランス・マルクールの再処理工場解体で採用。</p> <p>Areva 汚染水処理装置で導入済み。</p>	
<p>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</p> <p>フランスでも実績があり、かつ、福島第一でも Areva 装置での導入実績もあり、問題ない。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p>	
<p>５．備考</p>	

〔書式 2－3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	廃炉シュミレーション・ソフト（3D シュミレーション・ソフト）
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 OREKA SUD 社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">   <div style="margin-top: 10px;"> <p>作業フロー検討画面</p> <p>被曝量、廃棄物量、費用を表示</p> </div> </div> <div style="flex: 2; padding-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力関連施設内での作業用シュミレーションツールとして開発</li> <li>・ユーザーが作業計画（手順）を決定</li> <li>・遠隔操作方法の確認（ロボット、アーム、工具等）</li> <li>・総合的、また各段階における放射線被曝に関するリスクを評価</li> <li>・費用、廃棄物量、被曝リスクに対する最適な作業条件を決定することが可能</li> <li>・専門知識・技術とバーチャルリアリティ（3D）両面からサポート</li> <li>・ユーザーフレンドリーな 3D インターフェースに基づく、ソフトウェアソリューションを提供</li> <li>・フランス CEA, EDF, AREVA が活用</li> </ul> </div> </div>	
<p>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）</p> <p>フランス・マルクール再処理施設解体で採用</p>	
<p>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</p> <p>東京電力殿所有の福島第一発電所 1-4 号機の 3D CAD データを移植できることは確認済み。現状を反映した修正を行えば十分適用は可能。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p> <p>現状を 3D CAD データに反映すること。</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式2-2] セッション1 (除染遠隔操作等) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	放射性廃棄物用特殊キャスク
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社/仏 ROBOTEL 社
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>フランス EDF,CEA, 再処理工場で必要とされる廃棄物キャスク</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>	
<p>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)</p> <p>フランス、中国、ベルギー、オーストラリア、カナダ、など</p>	
<p>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</p> <p>実績は十分あり、かつ、その現場のニーズにあったキャスクの設計、製造が可能で、十分適用は可能と考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p> <p>福島特有の廃棄物の形状、性質、等に合致したキャスクの設計</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	セメント配管ビデオ検査装置
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 SRA 社
1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)	
<ul style="list-style-type: none"><li>・ PWR 原子炉内セメント配管のひび検査で使用実績多</li><li>・ 耐放射線対応</li></ul>	
	
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)	
フランス 58 基以上、その他年間 35 基の PWR で採用	
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	
フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。	
4. 開発すべき技術 (例)	
5. 備考	

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	ビデオ検査装置
タイトル	
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 SRA 社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マグネットにより金属側面に固定、走行も可能</li> <li>・PWR 蒸気発生装置内部の検査での実績多</li> <li>・10mm 幅の狭量部の検査も可能</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;">   </div>	
<p>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）</p> <p>フランス 58 基以上、その他年間 35 基の PWR で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>福島での特殊事情に合わせたモデルに改良する必要があるかを確認する必要がある。</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

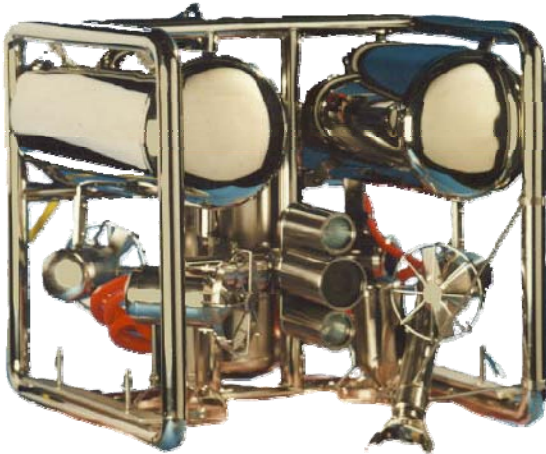
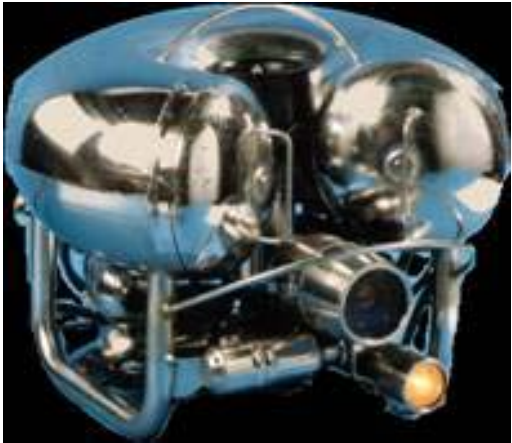
技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	ファイバースコープ検査装置
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 SRA 社
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ PWR 原子炉内検査で使用実績多</li><li>・ 耐放射線対応</li><li>・ 最小 2mm 径から検査可能</li></ul> <div></div>	
<p>2. 実績 (国内プラント、海外プラント、他産業での実績を含む)</p> <p>フランス 58 基以上、その他年間 35 基の PWR で採用</p>	
<p>3. 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</p> <p>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p>	
<p>5. 備考</p>	



[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	PWR 加圧器ビデオ検査装置
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 SRA 社
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PWR 加圧器検査で使用実績多</li> <li>・ 耐放射線対応</li> </ul> <div data-bbox="389 707 895 1128">  </div>	
<p>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)</p> <p>フランス 58 基以上、その他年間 35 基の PWR で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	原子炉ビデオ検査装置
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 SRA 社
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PWR 原子炉検査で使用実績多</li> <li>・ 耐放射線対応</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	
<p>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)</p> <p>フランス 58 基以上、その他年間 35 基の PWR で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	原子炉上部ビデオ検査装置
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 SRA 社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PWR 原子炉検査で使用実績多</li> <li>・ 耐放射線対応</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>	
<p>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）</p> <p>フランス 58 基以上、その他年間 35 基の PWR で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	PWR 原子炉燃料ビデオ検査装置
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 SRA 社
1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など) ・ PWR 原子炉内燃料検査で使用実績多 ・ 耐放射線対応	
	
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) フランス 58 基以上、その他年間 35 基の PWR で採用	
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 フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。	
4. 開発すべき技術 (例)	
5. 備考	

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	配管ビデオ検査装置
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／仏 SRA 社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PWR 原子炉内配管の検査で使用実績多</li> <li>・ 耐放射線対応</li> <li>・ 80mm-2,000mm 径まで対応／500mまで有線稼働が可能</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>	
<p>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）</p> <p>フランス 58 基以上、その他年間 35 基の PWR で採用</p>	
<p>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</p> <p>フランス、欧州、中国で使用されており、問題なく適用できると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p>	
<p>5. 備考</p>	

## 〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	遮蔽システム
提案者	丸紅ユティリティ・サービス株式会社／米国 NPO 社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>鉛毛マットと移動式ラックで作業現場絵の持ち込みが容易。また、遮蔽物・対象物に合わせたオーダーメイドの鉛毛マットの提供が可能。</p> <div data-bbox="225 665 1139 1464">  </div> <div data-bbox="225 1205 678 1464">  </div>	
<p>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）</p> <p>米国 Kewaunee, Sizewell, Donald C. Cook, Calvert Cliffs, Seabrook,等</p>	
<p>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</p> <p>米国の発電所の実績が多数有り、問題ない</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p>	
<p>５．備考</p>	

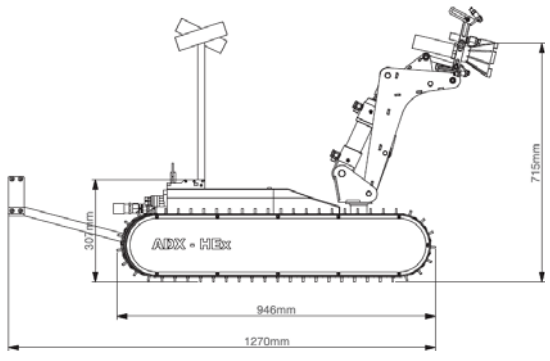


〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

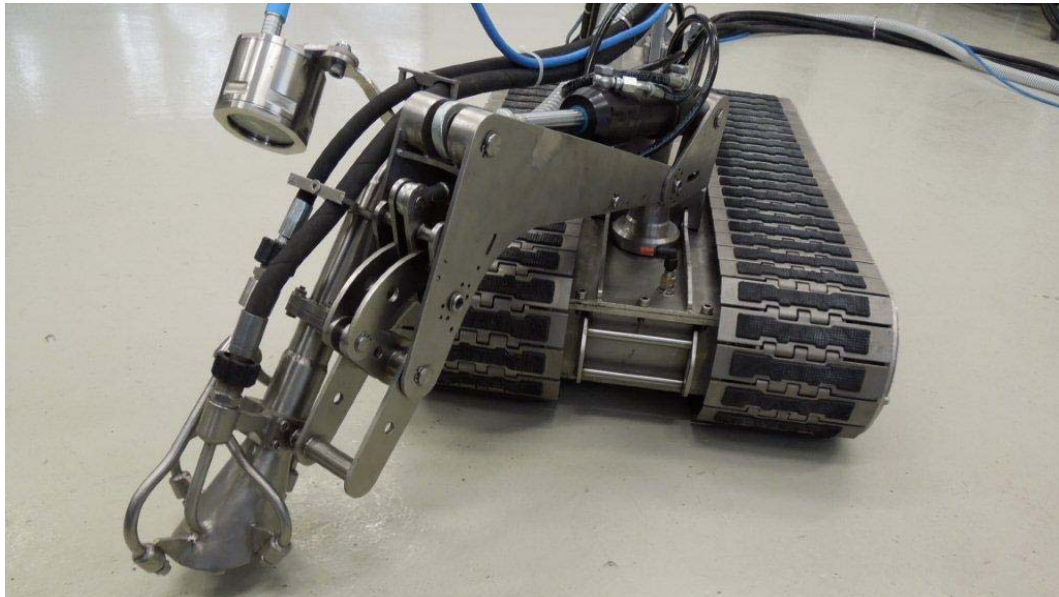
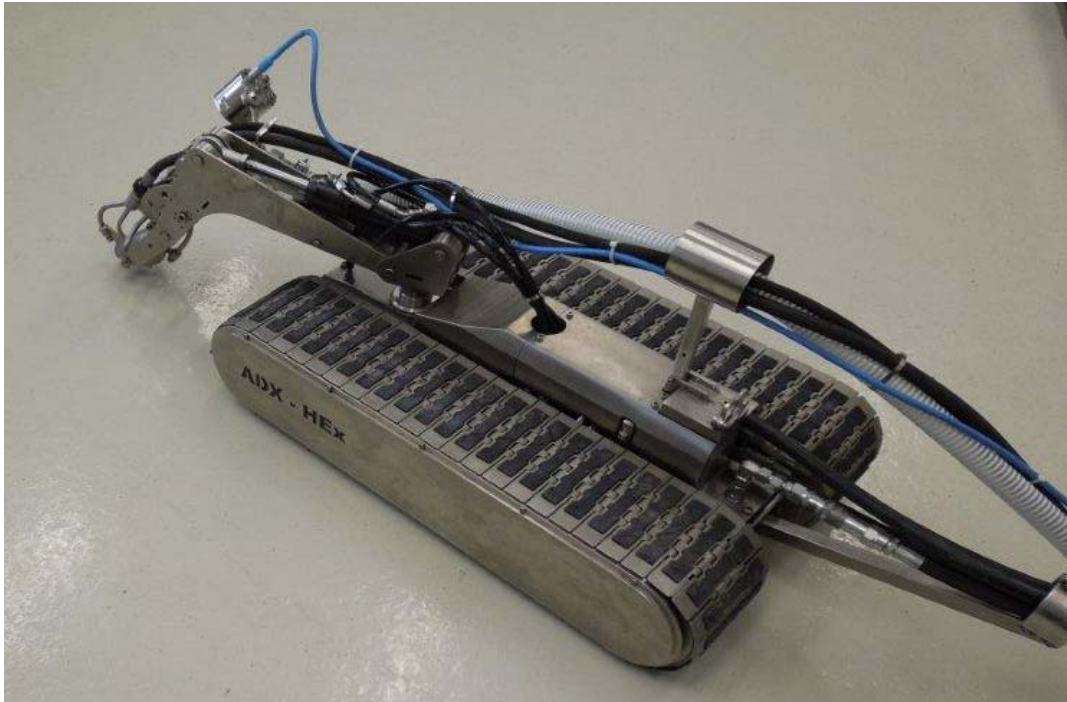
技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	レーザー除染ロボット
提案者	米国 ICM 社／米国 LASER CLEANALL 社／ 丸紅ユティリティ・サービス株式会社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p>  <p>寸法　：　610x610x400mm　　重量 13.6 Kg+α　　電源　110V　AC 15A  走行スピード　76mm/秒</p> <p>ICM 社クライマーと LASER CLEANALL 社の除染、洗浄用レーザー装置の組み合わせ。  金属面、コンクリート、等の表面をクライマーは移動できるので、この様面での除染が可能</p>	
<p>２．実績（国内プラント、海外プラント、他産業での実績を含む）</p> <p>米国で実績有り</p>	
<p>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</p> <p>米国で実績があること、放射線の線量から作業員が容易にアクセスできななどを考慮すると、この様な移動式のロボットが有効と考える。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p>	
<p>５．備考</p>	

技術カタログ	
分類	移動機構
タイトル	小型検査ロボット
提案者	丸紅ユティリティ・サービス(株)／ADROC Tech 社(スロバキア)
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>1)ADX-1 標準タイプ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>2)ADX-2 グリッパー装備タイプ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3)収納ケース例</p> </div> </div> <p>仕様：寸法、167 × 168 × 70mm  重量、2kg~5kg(オプションによる)  回転型カラーカメラ、防水(25m まで対応)、耐断線ケーブル(200kg までの耐性)、  光量調整 LED ライト、スピード調整可能、後方カメラ装備、収納ケース付き</p> <p>機能：目視検査  オプション機能：サンプリング装置、グリッパー、コードレス型(気中のみ)、洗浄、  吸引装置、漏洩試験用小型チャンバー、</p> <p>特徴：交換が容易な車輪で、異なった表面に対して最適化された形状。</p>	
<p>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）</p> <p>海外原子力プラント実績有。</p> <p>対象部位：空調ダクトの検査。貯蔵タンク及び配管内面検査</p>	
<p>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</p> <p>シンプルな設計による小型タイプなので、狭隘部へのアクセスが可能。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>ニーズに合わせた追加装置の開発</p>	
<p>5. 備考</p> <p>標準納期は約 6 ヶ月。ただし要求により、納期は変更となる。</p> <p>製造会社 ADROC Tech 社はスロバキアのボフニチェ原子力発電所 A-1 号機(燃料溶融事故プラント)における施工経験があり、その経験に基づいた遠隔操作技術を提供している。</p>	

技術カタログ		
分類	移動機構	
タイトル	防爆・耐水クローラーロボット	
提案者	丸紅ユティリティ・サービス(株)／ADROC Tech 社(スロバキア)	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
仕様	寸法(mm)：950×556×300 重量(kg)：200 出力(Nm)：400(牽引力 200kg) 速度(m/min)：10 可動範囲：200m まで 運転操作：ジョイスティック方式 付帯機器：多関節アーム、 LED 付カメラ、高圧ジェットノズル、吸引ノズル、 パワークリッパー	
特徴	駆動源に油圧を採用しているので高リスクの爆発領域に適用可能。 放射線環境下での適用が可能。 耐水性を有しており水没環境下での適用が可能。(水深 20m) 階段昇降の可能。	
用途	小型ロボットにもかかわらず搭載能力(可搬荷重)が 200kg と大きく、 除染装置(例えばドライアイスブラスト)の移動台車等、広範囲な活用を見込む。	
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）		
同型ロボットを欧州でオイルタンク堆積スラッジの吸引回収に適用実績がある。 他のロボットを欧州の原子力発電所向けに製作し、実機施工実績がある。		
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		
製造会社 ADROC Tech Ltd.は、スロバキア ボフニチェ原子力発電所 A-1 号機(燃料溶解)における施工経験があり、その経験に基づいた遠隔操作技術を提供している。		
適用課題	可否	備考・根拠など(定量的に)
放射線環境下での使用	可・否	油圧駆動方式を採用
高温環境での使用	可・否	50℃(条件次第で最高 70℃)
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対応可能
運転・運用技術者の派遣	可・否	納入前に操作習熟訓練を提供。 SV 派遣可能
4. 開発すべき技術（例）		
ドライブラストガン専用アームへの対応、機器搭載ベースの開発		
5. 備考		
標準仕様での製作期間：約 6 ヶ月		


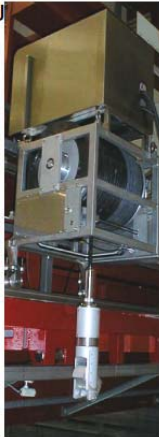
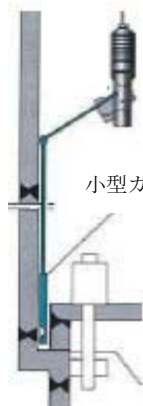


その他 [ロボット写真]

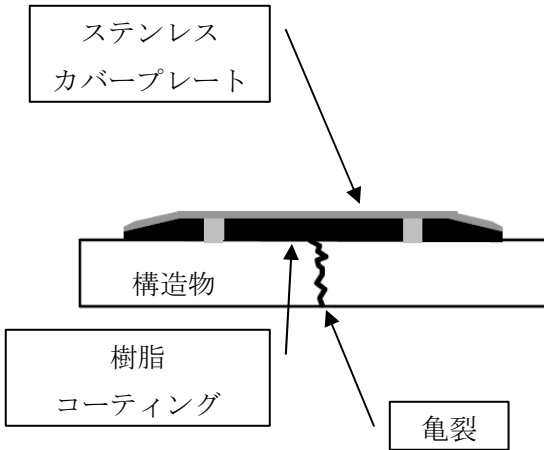



技術カタログ			
分類	移動機構		
タイトル	水中検査ロボット(SUSI)		
提案者	丸紅ユティリティ・サービス(株)／AREVA NP GmbH(ドイツ)		
1．技術内容（特徴、仕様、性能など）			
仕様：			
タイプ	<div>SUSI 420</div> 	<div>SUSI 270</div> 	<div>SUSI 190</div> 
長さ x 幅 x 高さ(mm)	650 x 360 x 300	440 x 250 x 250	300 x 160 x 180
重量(kg)	15	8	5
最大深度(m)	50	50	50
ケーブル長さ(m)	70	70	70
最大適用温度(℃)	40	40	40
耐放射線	15Sv/h, 250Sv(Total)	15Sv/h, 250Sv(Total)	15Sv/h, 250Sv(Total)
CCD カメラ	有	有	有
配管用カメラ	有	有	無
後部カメラ	有	有	有
深さセンサー	有	有	有
照明	有	有	有
機能：水中目視検査・欠陥のサイジング・線量測定			
オプション機能：異物除去グリッパー・狭隘部用小型カメラ・吸引装置・UT 装置			
特徴：ジョイスティックによるシンプルな操作性。			
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）			
海外 BWR・PWR 原子力プラント実績多数有。対象部位：RPV・炉内構造物・燃料再装填後の炉心確認・SG1 次側水室・加圧器・ポンプハウジング・SG 伝熱管群ヘッド			
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			
水中調査において実績のある検査機器が有効。作業に必要な設置機器が最小限に抑えられている。コントロールステーションの位置決めが課題。			
4．開発すべき技術（例）			
ニーズに合わせた追加装置の開発。なお、さらなる狭隘部の検査を可能にする新型 SUSI190 が開発中である。			
5．備考			
ケーブル長さについては変更可能。標準納期は約 12 ヶ月。ただし要求により、納期は変更となる。			




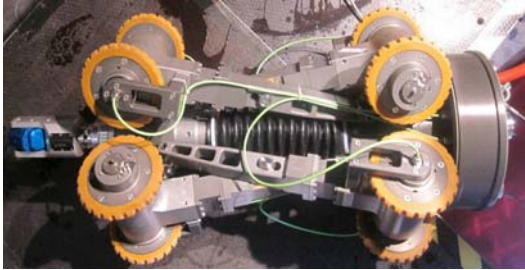
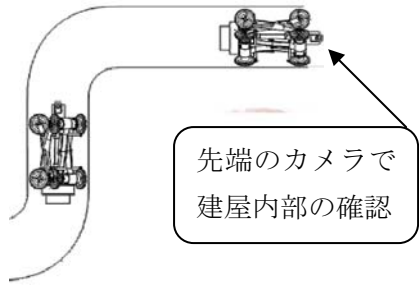
技術カタログ	
分類	検査装置
タイトル	小型検査カメラ(IMU)
提案者	丸紅ユティリティ・サービス(株)／AREVA NP GmbH(ドイツ)
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>パンチルトカメラ 搭載の検査装置</p> <p>(IMU)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(レールシステム)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>小型カメラ</p> <p>(小型カメラ)</p> </div> </div> <p>仕様： 寸法(mm)：φ132×580L  カメラ：CCD  ケーブル長さ(m)：40</p> <p>特徴：IMUによる目視検査のみならず、付属の小型カメラによる狭隘部の目視検査に有効</p> <p>付属品：レールシステム、小型カメラ</p>	
<p>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）</p> <p>海外 BWR&amp;PWR 原子力プラント実績有。</p> <p>対象部位：コアシュラウド、バップルプレート、上部格子板、炉心支持板、給水スパージャ、気水分離器、蒸気乾燥器、制御棒駆動機構ハウジング</p>	
<p>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</p> <p>PCV 内部または RPV 内部調査において実績のある検査機器が有効。</p> <p>作業に必要な設置機器が最小限に抑えられている。</p> <p>ケーブルを上部から吊るすレールシステムを使用するので、クレーン等の重機が必要。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p>	
<p>5. 備考</p> <p>カメラ・ケーブル長さについては変更可能。標準納期は約 6 ヶ月。</p>	



技術カタログ	
分類	格納容器、使用済み燃料貯蔵プール、補修材・止水材
タイトル	亀裂部の補修(耐放型 樹脂コーティング)
提案者	丸紅ユティリティ・サービス(株)/AREVA NP GmbH(ドイツ)
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>手法：亀裂部に特殊樹脂を塗布し、その上に保護用のステンレスカバープレートを張り付ける。</p> <p>特徴：水中でも気中でも適用可能。</p> <p>亀裂の幅は、1mm まで適用できる。これ以上も対応可能</p> <p>仕様：耐放射線 3MGy(シリコン系)、20MGy(エポキシ系)</p> <p>耐熱 60℃(シリコン系)、150℃(エポキシ系)</p> <p>主要機器 樹脂供給装置(樹脂定量・混合・抽出)、自動樹脂塗布装置</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>	
<p>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)</p> <p>日本国内・欧州および米国の原子力発電所で 20 年以上の適応実績がある。</p> <p>代表的な適応場所は、原子炉キャビティ、使用済み燃料プールの溶接部の補修並びに予防保全として。施工写真参照。</p>	
<p>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</p> <p>発電設備技術検査協会による確性試験が実施済みであり、信頼できる技術である。</p> <p>(12 確 S2 号)</p> <p>亀裂幅が大きい場合の施工方法の検討。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p>	
<p>5. 備考</p> <p>フランジ面のシーリングやペネトレーションの充填にも適用可能と考える。</p>	

その他〔施工写真〕 PWR 原子炉キャビティ 樹脂コーティング施工例



技術カタログ	
分類	移動機構(作業装置含む)
タイトル	遠隔操作式 検査補修ロボット
提案者	丸紅ユティリティ・サービス(株)/AREVA NP GmbH(ドイツ)
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p>  <p>1) マニピュレーター例 (走行モジュール及び作業モジュール)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>2)水中・気中併用マニピュレーター例</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3)走行イメージ例及び使用イメージ</p> </div> </div> <p>対象口径：100A～750A（それ以上にも対応可能）  機能：目視検査(高解像度ズームカメラ搭載)・グライディング・ミリング・溶接・洗淨・ECT・PT・UT・シール機能及びLEDライト装備。  特徴：耐放射線設計であり、垂直配管及びエルボー部に対しても走行可能。滑りやすい路面及び凹凸のある表面にも専用タイヤにより走行可能。気中並びに水中での対応可。パンチルトカメラ装備により、広域にわたる目視検査が可能。</p>	
<p>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)</p> <p>海外並びに国内 BWR&amp;PWR 原子力プラント実績有。  対象部位：海水系配管及びφ200mm～750mm の一次&amp;二次系配管・SG等の管台</p>	
<p>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</p> <p>原子力発電所一次系配管内動作において実績のある機器が有効。多種多様な機能を備えることが可能なので、広範囲に渡り活用できる。X-6からアクセスシペデスタル内の状況調査にも対応可能と考える。マニピュレーターの挿入場所及び対象エリアまでの走行ルートが重要。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p> <p>ニーズに合わせた作業モジュールの開発</p>	
<p>5. 備考</p> <p>標準納期は12ヶ月。ただし要求により、納期は変更となる。</p>	

## 〔書式2-2〕セッション1（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	移動機構、作業機構
タイトル	原子炉建屋内調査ロボット
提案者	三菱電機特機システム株式会社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>（1）遠隔操縦可能なクローラ走行型の耐環境性能を有する移動体。  消防防災用に既に実用化が完了している「消防用偵察ロボット <b>FRIGO-M</b>」を今回の原発事故対応のために改良をしたモデルである。狭隘な建屋内調査に特化した形状、性能を有する。特に地下空間を探索することを目標に改良実施した。  特徴：幅 <b>70cm</b> 以下、<b>45 度</b> 勾配程度の濡れた縞鋼板等の材質の階段の昇降が可能で、踊り場も奥行き <b>70cm</b> 以下の場所で方向転換が可能である。  形状：WHD 約 <b>490 x 850 x 550</b>（サブクローラ展開時 <b>900</b>）  性能：・連続稼動時間 <b>3 時間以上</b>（制御、通信およびセンサー系電源の規定）  （原子炉建屋内、<b>5F</b> までの往復可能）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本体重量 約 <b>35kg</b></li> <li>・ケーブルリール搭載により、<b>300m</b> の光ファイバー通信が可能（無線も対応）</li> <li>・積載重量 <b>5kg</b> 以上（階段昇降が前提、階段昇降なければ数倍の積載可能）</li> <li>・耐防塵防水性能 本体部 <b>IP67</b></li> </ul> <p>（2）移動体に搭載できるマニピュレータ。  クローラ走行型の移動体へ搭載可能なマニピュレータの技術を有している。ニーズに合わせてカスタマイズ製品の製作が可能である。移動体と合わせてカスタマイズすることにより、適正な設計を実施できる。  特徴：<b>3 軸以上</b>、把持機構を持ち、遠隔操作により物を掴むことが可能。（実績あり）</p>	
<p>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）</p> <p>消防用偵察ロボットとしては実用化完了済みで、<b>23 年度中に消防庁へ 8 台納入される</b>。  今回提案の改良型の遠隔操縦可能な移動体については、東電研究所施設で階段の昇降含めた走行試験を実施し性能を確認済み。  マニピュレータについては、防衛省への納入機材に搭載実績あり。</p>	
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・東電が想定する「現状の地下空間探査」についての要求を満たせるか、研究所施設で試験を実施した。結果、一通り性能が確認できたことにより適用可能と考えている。</li> <li>・耐放射線については、<b>20Sv</b> 以上の集積線量で動作可能な解析済み。</li> <li>・現場ニーズに合わせて改造への対応可能。</li> <li>・保守等現地対応が可能となる体制構築中。</li> </ul>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>80 度</b> の環境での連続稼動は、現状保証できない。環境スペックは今後も変わる可能性があると予想されるが、明確になった時点で、対応するための技術開発を要する。</li> <li>・搭載する除染用機材の形状、重量、その他、除染作業方法などにより、最終的な移動体としてのスペックも変更が必要になる。システム開発としてのフェーズが必要であり、その時点で必要となる技術の開発を要する。（現状特定できない）</li> </ul>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式 2－3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	移動機構、作業機構
タイトル	原子炉建屋内調査ロボット
提案者	三菱電機特機システム株式会社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>（1）遠隔操縦可能なクローラ走行型の耐環境性能を有する移動体。  消防防災用に既に実用化が完了している「消防用偵察ロボット <b>FRIGO-M</b>」を今回の原発事故対応のために改良をしたモデルである。狭隘な建屋内調査に特化した形状、性能を有する。特に地下空間を探索することを目標に改良実施した。  特徴：幅 <b>70cm</b> 以下、<b>45 度</b> 勾配程度の濡れた縞鋼板等の材質の階段の昇降が可能で、踊り場も奥行き <b>70cm</b> 以下の場所で方向転換が可能である。  形状：WHD 約 <b>490 x 850 x 550</b>（サブクローラ展開時 <b>900</b>）  性能：・連続稼動時間 <b>3 時間以上</b>（制御、通信およびセンサー系電源の規定）  （原子炉建屋内、<b>5F</b> までの往復可能）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本体重量 約 <b>35kg</b></li> <li>・ケーブルリール搭載により、<b>300m</b> の光ファイバー通信が可能（無線も対応）</li> <li>・積載重量 <b>5kg</b> 以上（階段昇降が前提、階段昇降なければ数倍の積載可能）</li> <li>・耐防塵防水性能 本体部 <b>IP67</b></li> </ul> <p>（2）移動体に搭載できるマニピュレータ。  クローラ走行型の移動体へ搭載可能なマニピュレータの技術を有している。ニーズに合わせてカスタマイズ製品の製作が可能である。移動体と合わせてカスタマイズすることにより、適正な設計を実施できる。  特徴：3 軸以上、把持機構を持ち、遠隔操作により物を掴むことが可能。（実績あり）</p>	
<p>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）</p> <p>消防用偵察ロボットとしては実用化完了済みで、<b>23 年度</b>中に消防庁へ <b>8 台</b>納入される。今回提案の改良型の遠隔操縦可能な移動体については、東電研究所施設で階段の昇降含めた走行試験を実施し性能を確認済み。  マニピュレータについては、防衛省への納入機材に搭載実績あり。</p>	
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・東電が想定する「現状の地下空間探索」についての要求を満たせるか、研究所施設で試験を実施した。結果、一通り性能が確認できたことにより適用可能と考えている。</li> <li>・耐放射線については、<b>20Sv</b> 以上の集積線量で動作可能な解析済み。</li> <li>・現場ニーズに合わせて改造への対応可能。</li> <li>・保守等現地対応が可能となる体制構築中。</li> </ul>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>80 度</b>の環境での連続稼動は、現状保証できない。環境スペックは今後も変わる可能性があると予想されるが、明確になった時点で、対応するための技術開発を要する。</li> <li>・搭載するセンサーや作業機材の形状、重量、その他、計測作業アプローチ方法などにより、最終的な移動体としてのスペックも変更が必要になる。システム開発としてのフェーズが必要であり、その時点で必要となる技術の開発を要する。（技術は現状特定できないが、軽量化は必須と考える）</li> </ul>	
<p>5. 備考</p>	

[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	脚車輪型移動プラットフォーム
タイトル	舗装路面主体の不整地を対象にした高効率、高速な移動を実現する車輪と脚機能を有する 4 車輪型移動プラットフォーム
提案者	中嶋秀朗
1. 技術内容	<div data-bbox="228 663 553 743" data-label="Text"> <p>・車輪移動モードと脚移動モードを有する。</p> </div> <div data-bbox="228 757 553 934" data-label="Text"> <p>・必要な場所でのみ脚機能を用いるため、通常はエネルギー効率がが高く、高速での移動が可能。</p> </div> <div data-bbox="228 947 553 1270" data-label="Text"> <p>・車輪移動モードでも脚移動モードでも荷物・計測機器搭載部はほぼ水平を保ちながらの移動が可能であるため、荷物運搬や作業・計測機器の移動プラットフォームに適する。</p> </div> <div data-bbox="228 1283 775 1509" data-label="Text"> <p>・同じ機能を持つ他の移動体と比較すると駆動軸数が少なくコストメリットが出る。また、シンプルな機構であるため、運用に対する信頼性は高く、またメンテナンス面でのメリットも出る。</p> </div> <div data-bbox="228 1523 775 1700" data-label="Text"> <p>・パーソナルモビリティビークル(PMV)用として本提案機構を用いた移動体を開発したが(図 2)、サイズが異なっても期待する移動能力が実現できることを検証済みである。</p> </div> <div data-bbox="228 1713 775 1796" data-label="Text"> <p>PMV は搭乗部分を水平に保ちながら、車輪移動モードと脚移動モードを使い分けて路面を移動することができる。</p> </div> <div data-bbox="228 1809 1366 1892" data-label="Text"> <p>・上記の移動能力は別紙 1-1~1-6 に連続写真にて紹介する。別紙にもあるように、脚移動モードの歩容制御方法も各種開発済みである。</p> </div> <div data-bbox="228 1906 1366 1989" data-label="Text"> <p>・確認済みの車輪モードでの登坂能力は 30[deg]、脚モードでの段差乗り越え能力は車輪直径程度。</p> </div> <div data-bbox="579 618 1366 1173" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="694 1207 1321 1238" data-label="Caption"> <p>図 1：不整地移動可能な移動プラットフォーム RT-Mover</p> </div> <div data-bbox="798 1279 1366 1688" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="820 1715 1342 1747" data-label="Caption"> <p>図 2：パーソナルモビリティビーク用 RT-Mover</p> </div>



## 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）

産業での実績はまだないが、別紙 1-1～1-6 のようにさまざまな移動実験を行いその移動能力を検証済みである。ただし、本技術をパーソナルモビリティビークルに適応した研究課題が（独）鉄道運輸機構の平成 23 年度の競争的資金研究に採択され、提案移動プラットフォームは認められ始めている（課題名：不整地移動可能なパーソナルモビリティビークル（PMV）と移動支援システムが融合した新しい交通システムに関する基礎的研究）。

## 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

ミッションがある程度の段階にくると移動路面はある程度整えられる。その段階では瓦礫の山というよりは舗装路面を主体として取り除ききれない段差などが散在するような路面であろう。むしろ、作業フェーズとしてはそのような環境での各種作業がメインであろう。よって、一番ボリュームのある作業フェーズでエネルギー効率や移動速度を考慮した移動プラットフォームを使用するのがコストや作業時間を改善するポイントである。本提案技術は荷物搭載部を水平に保ちつつ、車輪と脚の移動能力を併せ持つ移動プラットフォームとして駆動軸数が他の移動プラットフォームと比較して少ないという特徴がある。つまり、高速に安定して荷物を運搬可能で、また、計測機器の移動部にも応用可能である。タスクとして、瓦礫の山のような場所に先発隊として入っていくという用途（つまり、とにかく移動できればよい）ではなく、ボリューム作業フェーズで搭載荷物や計測機器の姿勢制御も考えた上での主力移動機構用途を想定していることを強調しておきたい。

## 4. 開発すべき技術（例）

基本的な機構で安定性が不足する場合には、別紙 2 のような安定性を向上させる工夫が必要である。具体的には、必要なときに補助脚を使って支持脚を増加させる工夫や重心を移動させて安定性を向上させる工夫である。すでに研究レベルでは取り組んでおり、その効果を検証し始めている。

ただし、上記の機能を付加した場合でも、荷物搭載部の水平を維持しながら、脚機能と車輪機能を併せ持つ移動体と比較すると駆動軸数は少なく、コスト面などでのメリットは維持できる。

## 5. 備考

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	格納容器の遠隔操作等の走行装置
タイトル	Warrior 中型ロボット、PackBot 小型ロボット
提案者	双日エアロスペース株式会社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>日本の優れた 7 軸自由度、11 軸自由度マスタースレーブマニピュレーターの搭載、統合に役立ちます。</p> <p>iRobot 社製の Warrior は、フリッパーを含む全幅 76 cm 全長は 135 cm のコンパクトな中型ロボット。デッキの積載能力は 80Kg 超を有する。PackBot は、自重 30Kg の小型ロボット。どちらもゲーム感覚の操作運動性能を有する。</p> <p>センサーや、エンドイフェクター、ペイロード統合のための Developer Kit が公開されています。</p> <p>PackBot、Warrior の OCU にも統合操作、表示可能としている例が数多くあります。</p>	
	
<p>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）</p> <p>国内外で、サードパーティーによる Developer Kit を活用したセンサーや、エンドイフェクター、ペイロード統合事例は数多くあります。</p>	
<p>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</p> <p>電源(5VDC, 12VDC, 24VDC)、イーサネット、USB 接続ポートを提供します。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p> <p>統合的な操作環境、通信を検証する必要があります。</p>	
<p>５．備考</p>	

## 〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

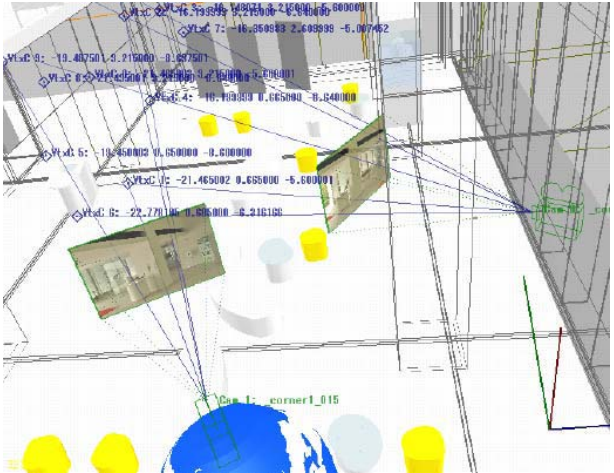
技術カタログ	
分類移動装置	ドライアイス等を用いるブラスティング除染の遠隔操作
タイトル	<b>Warrior</b> 中型作業ロボットによるブラスティング
提案者	双日エアロスペース株式会社
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>iRobot 社製の <b>Warrior</b> は、全幅 76 cm のコンパクトでゲーム感覚の操作運動性能を有する中型作業ロボットで、フリップパー付の無限軌道に上に可動デッキを持ち、長さ 192 cm の 5 軸重量物マニピュレーターを備えている。このマニピュレータは、延伸 15 kg、近傍 100 kg 把持能力を有し、台座を含め、地上面からの到達高さは 3m を超える。このマニピュレータに、閉鎖区画にあってはブラスターガン装着し、解放区画においては、放射性廃棄物の負圧吸引と一体化したブラスターフードを装着して、遠隔操作除染が可能。</p> <p>フリップパーを含む全長は 135 cm で、自走台車に搭載可能。デッキの積載能力は 80Kg 超でブラスター機器搭載可能。添付写真は 45 度超のスチール階段を上っているところ。</p> 	
<p>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）</p> <p>米国 Duke 原発における放射性フィルターの交換、容器収納。</p> <p>米軍、米政府の採用実績</p>	
<p>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</p> <p>ブラスターメディアの高温多湿環境下で安定無人供給が実証される必要あり。</p> <p>サイクロンセパレーターやフィルターの放射性廃棄物回収の無人化に <b>OR</b> が必要。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p> <p>ステレオカメラや位置決めセンサー等の <b>Warrior</b> ロボットペイロード統合。</p> <p>除染パターンのプログラム開発。</p>	
<p>５．備考</p> <p><b>Warrior</b> ロボットの除染は、水道水やウェットペーパーで実用。</p>	

## 〔書式 2-2〕 セッション 1（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	ドライアイス等を用いるブラスティング除染の遠隔操作
タイトル	PackBot 小型作業ロボットによる除染作業監視、除染作業援助
提案者	双日エアロスペース株式会社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>iRobot 社製の PackBot は、自重 30Kg のコンパクトでゲーム感覚の操作運動性能を有するフリップパー付無限軌道小型作業ロボット。3 連アームに 2m 俯瞰カメラと、1.3m5 軸マニピュレータを有し、グリッパーは 4.5 kg、近傍 14.5 kg 把持能力を有する。</p> <p>赤外カメラ、広角カメラ等の標準アクセサリーのほか、公開デベロッパーキットにより各種センサーの統合が可能。</p> <p>スミア法の試料採取、ロボットを用いる遠隔除染の無線機、中継機の搬入、地上を引きずるパイプやラインの取り回し、ブラスティングメディアの継続供給、除染操作監視に用いることが可能。</p> 	
<p>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）</p> <p>米国 Duke 原発における放射性フィルターの交換、容器収納作業の操作監視とスミア法試料採取。PackBot 納入実績 4000 台以上。</p>	
<p>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</p> <p>IP67 防水、防塵、運用環境-20 度～60 度 C。</p> <p>2012 年 2 月、階段昇降能力を 45 度超に向上させたトラックを提供。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>デベロッパーキットを公開しておりますので、日本の優れたセンサーの統合や、アーム操作プログラム自動化が可能です。</p>	
<p>5. 備考</p> <p>PackBot ロボットの除染は、水道水やウェットペーパーで実用。</p>	

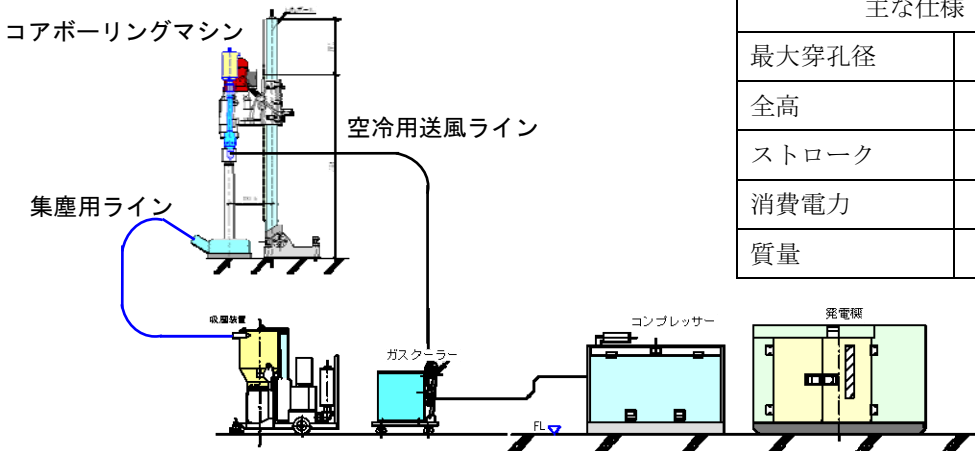
[書式 2-3] セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に

関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	計測装置
タイトル	遠隔画像計測システム（格納容器周囲／内部調査用）
提案者	大成建設㈱
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>格納容器周囲／内部の調査に基づく現況のモデル化は、格納容器の補修、燃料デブリ取出しの作業計画において必須と考えられる。現場と設計モデルとは異なることが予想されるため、事前調査で把握した現状を、設計モデルに正確に反映することが工事の計画上重要である。本技術はこの様な現場調査に最適の画像計測システムで、撮影した画像上の点の座標及び 2 点間の距離を求めることで現場に合わせた設計モデル修正が可能である。システムは 3D 設計モデル（CG）に撮影画像を融合し対応点（4 点）の指定によりカメラ位置・姿勢を計算して 2 枚 1 組の画像上の点の座標を計算する仕様である。画像と CG を融合するので現状と設計との差異が明確となる。本システムの特徴は次のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遠隔画像計測システム</li> <li>・ 汎用デジタルカメラを使用</li> <li>・ ターゲットマーカ、基準類が不要</li> <li>・ 撮影体系などの調査制約条件が少ない</li> </ul>	
 <p>CG 空間上に撮影画像及び仮想カメラを配置した例</p>	
<p>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）</p> <p>社内での実証試験のみ。</p>	
<p>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</p> <p>遠隔操作による画像計測が可能で、事前調査の精度向上が期待できる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>画像計測システムは開発済み。</p>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ													
分類	コンクリート穿孔技術												
タイトル	完全無水コアボーリング												
提案者	大成建設（株）・日本ファステム（株）												
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>無水コアボーリングは、ダイヤモンドを埋め込んだダイヤモンドビットを回転させ、コンクリートに押し付けながら穿孔する工法である。通常、ビットは水で冷却するが（湿式工法）、本工法は空冷方式の採用により全く水を使用しない無水工法であるため、冷却水の供給及び廃水（スラリー）の回収・処理が必要ない。そのため、施工に伴う高濃度汚染水の拡散、浸透による二次汚染が発生するリスクがない。切断に伴う粉塵は集塵機で回収する。粉塵は廃水（スラリー）に比べて遠隔での回収が容易であることから、完全無水工法は従来工法に比べて遠隔操作への適用性が高い。</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 0.5;"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">主な仕様</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最大穿孔径</td><td>φ 200</td></tr> <tr> <td>全高</td><td>1300mm</td></tr> <tr> <td>ストローク</td><td>950mm</td></tr> <tr> <td>消費電力</td><td>2400W</td></tr> <tr> <td>質量</td><td>39kg</td></tr> </tbody> </table> </div> </div>		主な仕様		最大穿孔径	φ 200	全高	1300mm	ストローク	950mm	消費電力	2400W	質量	39kg
主な仕様													
最大穿孔径	φ 200												
全高	1300mm												
ストローク	950mm												
消費電力	2400W												
質量	39kg												
<p>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）</p> <p>無水コアボーリング工法については、国内原子力発電所の管理区域において施工実績がある。一般の施設では、無水コアボーリングの施工実績が多数ある。</p>													
<p>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</p> <p>コアボーリングは人力による施工が前提であり、遠隔操作機器への組込みが必要であるが、重量が比較的軽量であり、遠隔での操作、制御が容易と考えられるため、遠隔操作への適用性は十分であると考えられる。</p>													
<p>４．開発すべき技術（例）</p> <p>遠隔操作機器への組込みが必要である。また、遠隔操作機器は、穿孔中の振動等を抑えてボーリングマシンをコンクリート面に固定するための所定の押付け力が必要となる。</p>													
<p>５．備考</p>													



[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	移動機構 (制御方式)
タイトル	環境データに基づく軌道補正を用いた遠隔誘導アルゴリズム
提案者	中央大学
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>本技術は、環境計測機能を有する自律移動システムの操縦、誘導方式として導入可能であり、目的地への除染、観測機器などを伴った侵入または、機器搬入などへの利用に期待される。</p> <p>本技術は、人間の存在が想定されない不整地環境において、遠隔地からの操縦により移動ロボットを目的地に誘導する際に使用する協調自律機能及び方式である。</p> <p>一般に遠隔地に存在する移動ロボットを遠隔操縦により目的に誘導する場合、複雑な環境に対し高い適応性と柔軟性が期待できるため、安定的、効率的な運用が期待される。しかし現実的には、操縦者が限られた画像、センサ情報により状況及び環境を把握し、ラジコンの様に直接的に誘導すること困難であり、安全性、効率、確実性の観点から課題が多い。一方、自律軌道計画機能の搭載によりロボットの自律走行させた場合、不整地や変化を伴う実環境下での運用においては、計測誤差、位置同定誤差、設計外の状況の発生などにより柔軟性と安定性に課題が残る。特に長距離走行時には信頼性の低下が課題となる。そこで本方式では、操縦者による操縦を基本とし、搭載支援機能による目的地への誘導を行う。</p> <p>本方式では、基本的に操縦者が計測環境データ (DEM, 地図など) を確認し走行環境中の通過地点 (WayPoint: WP) を指定し、ロボットは指示された WP を追従走行する。これにより操縦者の環境、状況における柔軟な判断を得る。しかし一般に計測環境データには、図 1 に示す様に計測位置からの距離に比例した計測誤差が含まれ、遠方になるほど大きな誤差が存在し障害物の位置などが不確である。その結果、走行に伴い指示軌道の信頼性が低下して行く、さらにロボット自身の車輪滑り等による蓄積誤差のため、障害物等への衝突、目的地への不到達などの問題が発生する。しかしロボット自身は走行に伴い、遠方領域に近づき、より精度、信頼性の高い領域データを取得することが可能になる。そこで本技術では、図 2 に示す様に、最新の環境データを利用し提案する <b>Command Data Compensation (CDC)</b> アルゴリズムにより操縦者の指示 WP 列を補正する事で、WP 列指定時に包含された不確定要素を排除し、追従軌道の信頼性の向上を行う。CDC では、指示 WP 列の作成時環境データと最新データ中に含まれる同一の特徴領域 (LandMark: LM) の位置関係から指示 WP 列の配置を補正している。</p> <p>ここで自律軌道計画機能も適応距離が短い場合、または適応環境によって十分な機能が期待出来る。そこで本方式では WP 間には従来型の自律軌道計画アルゴリズムを適応し、</p>	

障害物の背後に隠れた障害物などの新たな状況へ対応させる(図2)。なお走行環境に応じた操縦者の判断により指示 WP の間隔を広くする事で、自律率の調整がシームレスに可能となり、スタート点とゴール点のみに WP を配置した場合は、完全な自律機能走行も可能になる。ここで本方式では操縦者により指示 WP の作成と CDC による指示軌道補正のため、環境情報の利用を想定している。ここで環境情報とは、必ずしも周囲環境の詳細なマッピングを意味しない。軌道決定に際しては回避すべき障害物の位置情報が必要となり、また軌道補正では指示軌道周辺の複数の特徴領域の位置を追従計測し使用する。

図3に本方式の実装例とし、操作画面を示す。左下側に走行時の

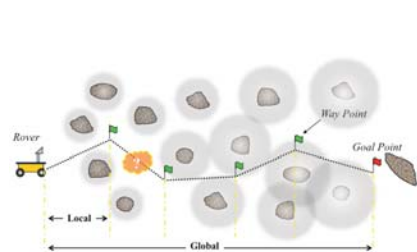


図1：環境の不確定性

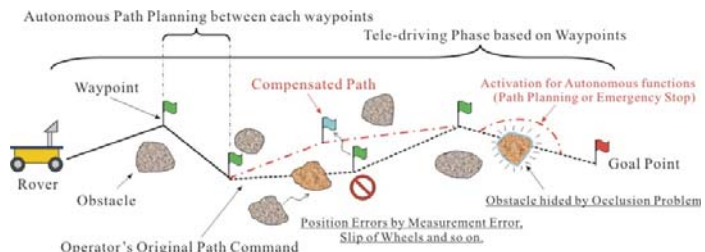


図2：指示軌道補正による遠隔誘導

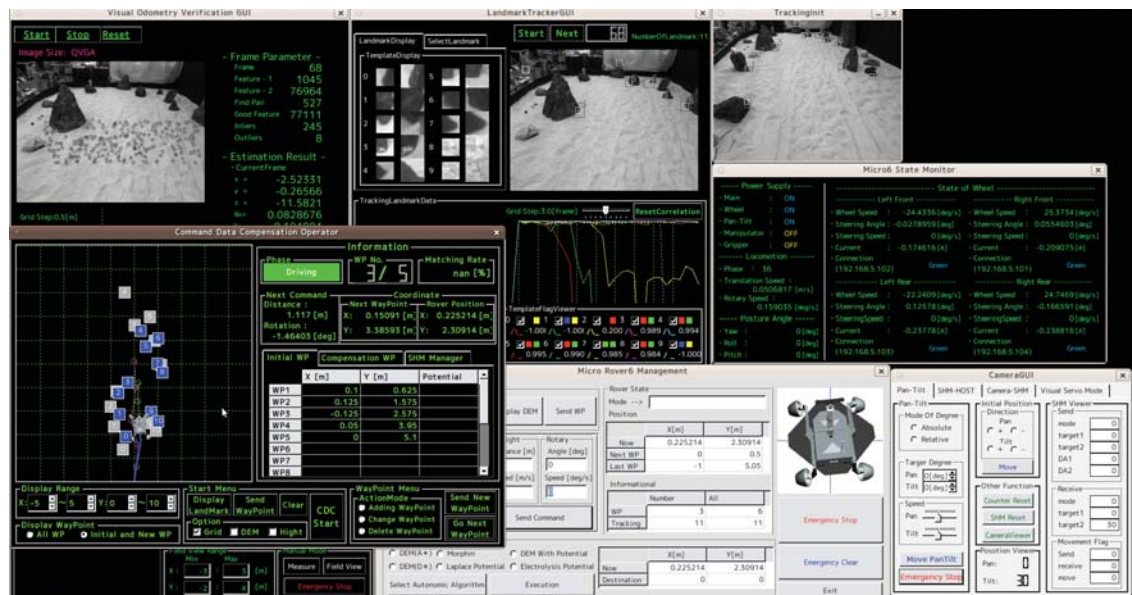


図3：CDCを用いた移動ロボットの遠隔操縦（操縦イメージ）

## 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）

伊豆大島三原山におけるフィールド試験によるアルゴリズム及び、携帯電話回線による遠隔操縦の技術実証。インターネットを介したハンガリー（ブタペスト）-日本（東京）間における遠隔誘導実験により時間遅れのある中で誘導が可能であることを確認した。

### 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

長期にわたり立ち入りが難しい区域において、移動機器の無線誘導を用いた様々な作業が想定される。遠隔地からの操縦により移動体を目的地に無線誘導するためには、計測データからの周囲環境把握、車両感覚把握などが必要である。しかし通信時間遅れ、データ容量制限などが存在する場合、操縦者による直接的無線操縦では安定的かつ安全な運用が困難になることは良く知られている。さらに現実問題として、限られた体勢・体性感覚下において安全を確保し、効率的に目的地に到達させる事は非常に困難であり、ストレスなどの用件を含めるとヒューマンエラーの観点からも困難になる。これに対しては自律移動機能の導入が解となるが、確かな地図の無い不整地環境あるいは日々変化する実運用環境下においては、環境の複雑さや計測誤差などを考慮した場合、信頼性に大きな不安が残り、やはり人間の判断能力には柔軟性、確実性から遠く及ばない。そこで人の操縦を基本とした、協調自律機能導入が解となる。

### 4. 開発すべき技術（例）

適応においては、

- 移動プラットフォーム
- 環境計測システム

との組み合わせが必要である。

研究室レベルでは、本方式を用いた遠隔操縦システムが存在し、本方式の評価などを行っている。しかし実運用においては、走行中の軌道修正、一時停止後の復帰法など、システムとしての詳細を詰め、パッケージングの検討が必要である。なお環境計測、LM 追従などの機能は、研究室において研究開発し、実装しているものが存在する。

### 5. 備考

本技術は、これまで月惑星表面の移動探査及び火山噴火地域の移動観測のための移動ロボット（ローバ）の遠隔操縦方式として使用を想定して検討して来たものである。

〔書式 2－3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	移動機構
タイトル	マニピュレータを搭載した遠隔移動作業ロボット： Micor06-02
提案者	中央大学
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>本技術は、人間の存在が想定されず、事前の詳細情報がない環境において、遠隔地からの操縦により移動し、現地の情報収集及びサンプル等の回収を行う事を目的としたロボットシステムである。カメラ等により周囲環境を計測し、無線インターネットや携帯回線などの無線回線を介し伝送後、操縦者が作成する Way Point に従い目的地まで移動可能である。その際、WP 間の自律軌道計画機能と WP 列の自動補正機能により安定走行が行える。また様々なセンサ、観測器、作業用の機器を搭載する事で、多様な作業が提供可能な移動プラットフォームを構成している。</p> <p>本システムは、以下の要素より構成される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①不整地移動プラットフォーム（図 1） <ul style="list-style-type: none"> <li>概形：850 x 1000 x 900mm 重量：50Kg 段差昇降：150mm</li> </ul> </li> <li>②超音波モータによる環境観測センサマスト（2 自由度ジンバル）（図 1・車体中央） <ul style="list-style-type: none"> <li>概形：φ100 x 800mm 重量：3Kg(軽量化可能) 可搬重量：8kg</li> </ul> </li> <li>③超音波モータによる 5 自由度マニピュレータ（図 1 左・車体左側） <ul style="list-style-type: none"> <li>全長：900mm 重量：4Kg 可搬重量：2kg (搭載物による再設計可)</li> </ul> </li> <li>④CDC 遠隔操縦システム(ソフト)</li> <li>⑤画像による環境計測及び特徴点追従システム（ソフト）</li> <li>⑥ソフトウェアモジュールを用いた運用管理システム（ソフト）</li> </ul>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	
<p>図 1：遠隔移動観測探査システム</p>	

ハードウェア構成として、①の移動システム上、中心部に②センサマスト、左右に③マニピュレータが搭載される(図1、写真は左側のみ)。②、③で用いられる超音波モータは作業中などの停止状態に際し制御、電力を必要としない、また深宇宙探査を想定した真空、熱、放射線、振動に対する環境試験を実施した結果、唯一課題となった真空環境下の熱対策検討を、現在、実施中であるが大気中では特に問題を生じない。

次に、搭載センサからの取得情報のみで機体を目的地に、安全かつ効率的に誘導するため、ジョイスティック等による操縦を採用せず、計測データを用いマウスによる WayPoint 指示による操縦方式を採用している(図2参照)。WP は走行中の⑤による特徴点追従結果に基づき(図3)、④のアルゴリズムにより補正され、計測誤差等の影響による障害物への衝突が回避される。なお⑥の制御ソフトウェアは、RT Middle-ware を利用し図4に示す様な3層構造を有する形で実現されている。



図2：CDCを用いた遠隔操縦



図3：画像による特徴領域(LM)追従

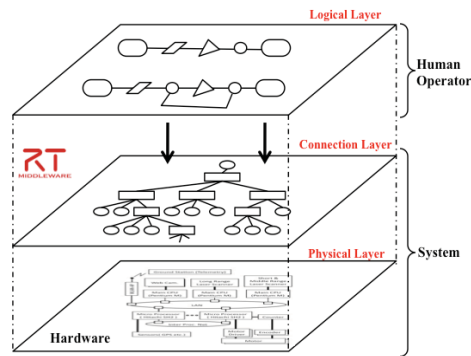


図4：制御ソフトウェア

## 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）

伊豆大島三原山におけるフィールド試験によるアルゴリズム及び、携帯電話回線による遠隔操縦の技術実証。インターネットを介したハンガリー（ブタペスト）-日本（東京）間における遠隔誘導実験により時間遅れのある中で誘導が可能であることを確認した。



### 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

人の存在が困難な領域において、様々な作業が想定される中、遠隔移動システムの存在は、必要不可欠である。提案したシステム、または構成技術は、月惑星等の探査のため、直接確認する事が出来ない不可視領域での運用を想定して検討されている物である。さらに将来的に科学観測機器の搭載を想定しているため、元来、他のシステムとの融合を念頭に検討している。したがって、想定される様々な作業において、必要とされる機器に対し、移動機能が提供可能である。

### 4. 開発すべき技術（例）

提案技術では、移動プラットフォームと移動のために環境計測機能を提供するが、実際の作業に際しては、センサ、除線装置、穴あけ装置などの機器を、本体、センサマスト、マニピュレータへ搭載する事が必要である。なお大学における試作開発品のため、実使用には耐久性、安定性に関する修正検討が必要と思われる。

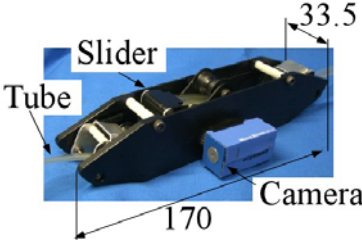
### 5. 備考

本技術は、これまで月惑星表面の移動探査及び火山噴火地域の移動観測のための移動ロボット（ローバ）の遠隔操縦方式として使用を想定して検討して来たものである。



〔書式2－3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	移動機構
タイトル	流体ロープウェイ
提案者	東京工業大学 准教授 塚越秀行
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>特徴：環境に放出された柔軟チューブに沿って計測機器を搬送できる装置。          一般の移動機械ではアクセスが困難な狭隘環境に導入できる可能性を有する。          チューブは不動のまま、チューブ内の流体エネルギーを利用してゴンドラを搬送。          構成：計測機器を搭載したゴンドラ、および流体を搬送でき内部が偏平な柔軟チューブ。          柔軟チューブの代わりに、消防ホースでも代用可。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>現場での運用例（PCV 内を鉛直に探査）</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>小型ゴンドラの外観</p> </div> <div style="text-align: left;"> <p>推力：12N              (内径 8mm チューブに              0.4MPa の空圧加圧時)              速度：0～2m/s で調整</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>大型ゴンドラの外観</p> </div> <div style="text-align: left;"> <p>推力：180N              (内径 50mm 消防              ホースに 0.2MPa の              水圧加圧時)</p> </div> </div>	
<p>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）</p> <p>産業での実績はなし。</p>	
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放出された柔軟チューブに対して推力を生成するため、原発内の狭隘・凹凸地形にでも、比較的安定に移動できるものと期待される。</li> <li>・チューブを遠方に放出する投擲装置、および放出したチューブの一端を壁面に吸着固定する装置も別途開発済み。</li> </ul>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>ゴンドラの絶対位置を推定する技術。</p>	
<p>5. 備考 ニーズに応じてチューブのサイズを変更することにより、多様な範囲の推力を選択することが可能となる。</p>	


[書式2-2] セッション1 (除染遠隔操作等) 用

技術カタログ	
分類	ロボットアクチュエータ
タイトル	静油圧駆動ロボットアクチュエータ
提案者	東京大学 中村仁彦・神永 拓
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>静圧油圧伝達機構を用いたロボットアクチュエータである。これまでに数W級のロボットの指、200W級のロボットの膝関節、60W級の人間の膝関節補助のためのものを開発した実績がある。特徴を列記する。</p> <p>(1) 油圧駆動なので、ロボットハンドから大型アームまで流量、圧力を変えて利用可能</p> <p>(2) 油圧駆動なので、集中的な接触力が発生しないため壊れにくい</p> <p>(3) 静圧油圧駆動なので、サーボバルブはなく<u>電子回路と駆動関節部を離して配置でき電子回路部を遮蔽することで対放射線性を高めることができる。</u></p> <p>(4) 静圧油圧駆動なので、格納容器内に上部から侵入するマニピュレータによる高度の放射線を受ける水中部における操作でも、電子回路部を格納容器外において駆動することが可能である</p> <p>(5) バックドライバビリティを有する新しいロボットアクチュエータであるので、放射線デブリ除去などの<u>高度遠隔マニピュレーションの高い操作性を確保できる。</u></p>	
<p>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)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>(A) ロボットハンド</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(B) 人間の膝支援装置</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(C) ロボット膝関節</p> </div> </div>	
<p>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</p> <p>静圧油圧駆動なので、電子回路を隔離配置することができ、高い対放射線性をもたせることができる。遠隔操作に必要な力覚フィードバックによる高い操作性を確保できる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p> <p>格納容器内遠隔マニピュレータ、移動ロボット搭載用マニピュレータ及びロボットハンド</p>	
<p>5. 備考</p> <p>設計開発ノウハウを蓄積している。これを提供することも、共同開発も可能である。</p>	


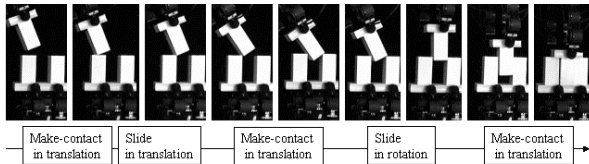
[書式2-3] セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	計測装置
タイトル	大規模三次元モデリングソフトウェア技術
提案者	東京大学生産技術研究所 池内研究室
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>複数の視点から計測された3次元点群データを、高精度に位置合わせ・統合するソフトウェア。ならびに、歪んで計測された形状データの修正技術。これにより、気球などを用いて空中から計測したレンジデータの歪を補正できる。</p> <p>アライメント、マーキング、テクスチャマッピングの3次元データ処理ソフトウェアパッケージを提供可能。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p>図1.大規模3次元モデリング</p> <p>図2.歪んで計測された形状データの修正</p> </div>	
<p>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）</p> <p>海外アンコール遺跡群の大規模高精細モデリング， 奈良大仏・鎌倉大仏モデリング等</p>	
<p>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</p> <p>ソフトウェア技術なので汎用</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>入力装置に対する最適化の調整が必要</p>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式 2－3〕セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

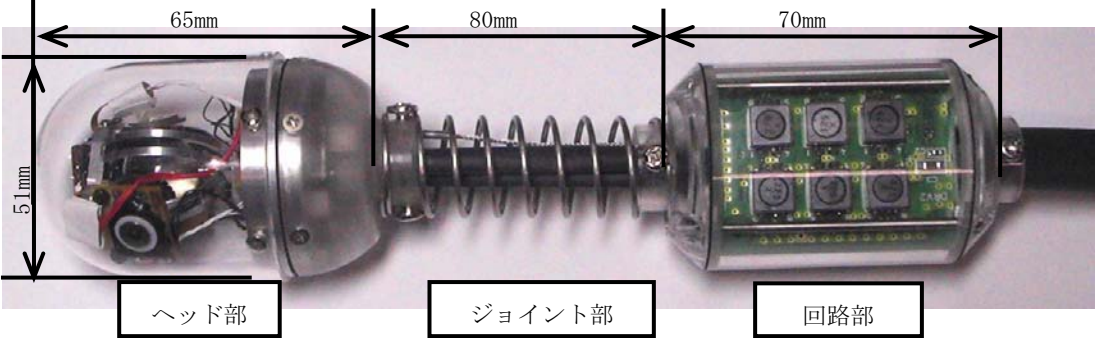
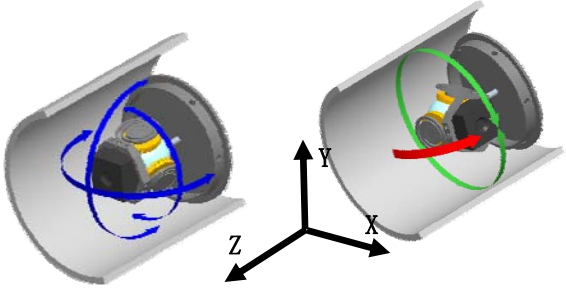
技術カタログ	
分類移動装置	計測装置
タイトル	全方位カメラとバンドル調整を用いた 3 次元計測ソフトウェア技術
提案者	東京大学生産技術研究所 池内研究室
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>全方位カメラを車両等に搭載して経路上を時系列に計測した画像列に対して，全方位バンドル調整を用いてカメラ位置推定と形状復元を行うソフトウェア技術. 3 次元画像のまま揺れ補正を行うことで安定な推定結果を得ることができる.</p>	
	
<p>図 1. 走行中の車両から撮影した全方位ビデオ画像列のサンプル</p>	
	
<p>図 2. 復元した全方位カメラのパスと対象シーンの三次元形状</p>	
<p>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）</p>	
<p>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 ソフトウェア技術なので汎用</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例） 入力装置に用いる全方位カメラの画像フォーマットに応じて，インターフェースを整える必要がある.</p>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式2－3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	位置決め機構
タイトル	人間動作をなめらかにロボットにマッピングするソフトウェア技術
提案者	東京大学生産技術研究所 池内研究室、電気通信大学 工藤研究室
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>モーションキャプチャ等の計測装置を用いて、人間の動作を観察しロボットアーム等へ動作をマッピングするソフトウェア技術。物理的な拘束条件のある下での動作生成を最適化計算により行うことで、教示のスタイルを保ったまま目的動作を作成することができる。モーションキャプチャの結果から、タスクモデルという動作認識モデルで認識した上で、動作シーケンス中の重要な状態だけを取り出して、ロボットへマッピングすることで安定な動作を生成することができる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>図 1.人間の動作のロボットへのマッピング    図 2.Peg-in-hole タスクの実行例</p>	
<p>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）</p> <p>ヒューマノイドロボットと踊り師範による会津磐梯山踊りの共演，など</p>	
<p>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</p> <p>ソフトウェア技術なので汎用</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>使用するハードウェアや課題に対して，ロボット側のフィードバック系を新たに設計する必要がある．</p>	
<p>5. 備考</p>	



[書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	原子炉内点検装置
タイトル	原子炉内点検ロボット
提案者	遠山茂樹
<div>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>・ 小型で3自由度点検可能なカメラモジュールである.</li><li>・ 球面超音波モータはコイルを用いないアクチュエータであるため, 原子炉内で故障しにくい.</li><li>・ 直径 51 mm と小型であるため, 狭小な箇所も点検可能. 挿入口から 30m 検査可能.</li></ul></div> <div></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>・ ヘッド部: 球面超音波モータを使用. カメラを全方位 135 度駆動可能. X,Y 軸周り 270 度 Z 軸周り 360 度 図のように 90 度横向きのまま, Z 軸周りに 360 度回転させることが可能</li><li>・ ジョイント部: 90 度の L 字管に対応可能.</li><li>・ 回路部: 非常に小型であり, 1 ポッドで収容.</li></ul></div> <div></div>	
<div>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)</div> <div>配管検査で実績有り。</div>	
<div>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</div> <div>耐放射線仕様、動作条件 0 ～ 70℃、燃料デブリ位置/性状調査カメラで精査可能、技術情報の開示・改造対応可能、運転・運転技術派遣要相談</div>	
<div>4. 開発すべき技術</div>	
<div>5. 備考</div>	



〔書式２－３〕 セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																							
分類移動装置	移動機構（水中）・計測装置																						
タイトル	超音波探傷試験ロボット																						
提案者	独立行政法人 日本原子力研究開発機構																						
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>CCD カメラ、照明、前後進・水平・昇降スラスト、超音波探触子、位置検出器を備え、水中において、溶接部及びその熱影響部の健全性確認（腐食や亀裂の発生状況）が可能。</p> <div data-bbox="533 725 895 969" data-label="Image"> </div> <p>外形寸法：約 320×410×610mm、 本体重量：18kg</p>																							
<p>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）</p> <p>日本原子力機構 核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター 高放射性固体廃棄物貯蔵庫において、水中におけるセルライニングの状況観察において実績有り。</p>																							
<p>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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など（定量的に）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>0.5mSv/h 程度（上記貯蔵庫の上部開口部）の環境下にて実績あり。</td> </tr> <tr> <td>高温環境（80℃）での使用</td> <td>可・<input checked="" type="checkbox"/> 否</td> <td>設計条件：常温</td> </tr> <tr> <td>ペデスタル内へのアクセス</td> <td>可・<input checked="" type="checkbox"/> 否</td> <td>既設貫通口（φ 500mm）に挿入不可。 また、気中における移動機構が必要。</td> </tr> <tr> <td>燃料デブリ位置/性状調査</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>CCD カメラによる可視可能。</td> </tr> <tr> <td>技術情報の開示・改造対応</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>用途に応じたカスタマイズ可能。</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td>可・<input checked="" type="checkbox"/> 否</td> <td>操作経験者不在。</td> </tr> </tbody> </table>			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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	0.5mSv/h 程度（上記貯蔵庫の上部開口部）の環境下にて実績あり。	高温環境（80℃）での使用	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	設計条件：常温	ペデスタル内へのアクセス	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	既設貫通口（φ 500mm）に挿入不可。 また、気中における移動機構が必要。	燃料デブリ位置/性状調査	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	CCD カメラによる可視可能。	技術情報の開示・改造対応	<input checked="" type="checkbox"/> 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・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	操作経験者不在。
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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	0.5mSv/h 程度（上記貯蔵庫の上部開口部）の環境下にて実績あり。																					
高温環境（80℃）での使用	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	設計条件：常温																					
ペデスタル内へのアクセス	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	既設貫通口（φ 500mm）に挿入不可。 また、気中における移動機構が必要。																					
燃料デブリ位置/性状調査	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	CCD カメラによる可視可能。																					
技術情報の開示・改造対応	<input checked="" type="checkbox"/> 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・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	操作経験者不在。																					
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>ペデスタル内への移動に際し自走式装置の付加及び小型化。</p> <p>カメラの耐放射線性の向上。</p>																							
<p>5. 備考</p> <p>現在、当該装置を保有していない。</p>																							

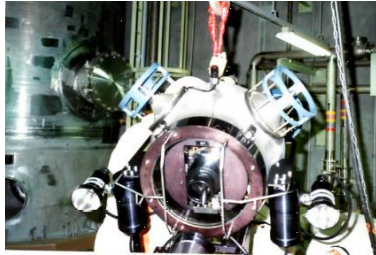
〔書式２－３〕 セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																							
分類移動装置	移動機構（水中）・計測装置																						
タイトル	水中観察ロボット																						
提案者	独立行政法人 日本原子力研究開発機構																						
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>CCD カメラ、照明、前後進・水平・昇降スラスタ、ライニング固着物の剥離用ブラシ（ナイロン製）、固着物の吸引口において、固着物の回収及び滞留水のサンプリングが可能。</p> <div data-bbox="531 723 887 967" data-label="Image"> </div> <p>外形寸法：約 530×810×380mm、本体重量：31kg</p>																							
<p>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）</p> <p>日本原子力機構 核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター 高放射性固体廃棄物貯蔵庫にて、水中におけるセルライニング固着物（もらいさび）の回収等の実績有り。</p>																							
<p>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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など（定量的に）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>0.5mSv/h 程度（上記貯蔵庫の上部開口部）の環境下にて実績あり。</td> </tr> <tr> <td>高温環境（80℃）での使用</td> <td>可・<input checked="" type="checkbox"/> 否</td> <td>設計条件：常温</td> </tr> <tr> <td>ペデスタル内へのアクセス</td> <td>可・<input checked="" type="checkbox"/> 否</td> <td>既設貫通口（φ 500mm）に挿入不可。 また、気中における移動機構が必要。</td> </tr> <tr> <td>燃料デブリ位置/性状調査</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>CCD カメラによる可視、固着物の回収等が可能</td> </tr> <tr> <td>技術情報の開示・改造対応</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>用途に応じたカスタマイズ可能。</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>操作経験者の派遣については調整が必要。</td> </tr> </tbody> </table>			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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	0.5mSv/h 程度（上記貯蔵庫の上部開口部）の環境下にて実績あり。	高温環境（80℃）での使用	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	設計条件：常温	ペデスタル内へのアクセス	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	既設貫通口（φ 500mm）に挿入不可。 また、気中における移動機構が必要。	燃料デブリ位置/性状調査	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	CCD カメラによる可視、固着物の回収等が可能	技術情報の開示・改造対応	<input checked="" type="checkbox"/> 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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	操作経験者の派遣については調整が必要。
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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	0.5mSv/h 程度（上記貯蔵庫の上部開口部）の環境下にて実績あり。																					
高温環境（80℃）での使用	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	設計条件：常温																					
ペデスタル内へのアクセス	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	既設貫通口（φ 500mm）に挿入不可。 また、気中における移動機構が必要。																					
燃料デブリ位置/性状調査	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	CCD カメラによる可視、固着物の回収等が可能																					
技術情報の開示・改造対応	<input checked="" type="checkbox"/> 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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	操作経験者の派遣については調整が必要。																					
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>ペデスタル内への移動に際し自走式装置の付加及び小型化。</p> <p>カメラの耐放射線性の向上。</p>																							
<p>5. 備考</p> <p>現在、当該装置を保有していない。</p>																							

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																							
分類移動装置	移動機構（水中）・計測装置																						
タイトル	自航式水中探査型遠隔点検装置																						
提案者	独立行政法人 日本原子力研究開発機構																						
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>自航式水中探査型遠隔点検装置は、ステンレス鋼製ライニング貯槽の健全性確認のため、溶接線の目視確認及びライニング板の厚み測定を貯槽内に廃液を貯留したまま実施できる装置である。</p>  <p>重量：80kg  寸法：長さ 1,100mm 幅 780mm 高さ 970mm  運動性能：4 自由度制御（上下左右）  肉厚測定装置：接触型(水浸探触子(パルス反射方式 精度±0.1mm)  カメラ：ITV カメラ（水中カメラ、ズーム機能有り）</p>																							
<p>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）</p> <p>平成 4 年に日本原子力機構 核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター 放出廃液油分除去施設 廃液受入貯槽にて性能確認を実施。</p>																							
<p>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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など（定量的に）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>実績有り(但し低放射性廃液)</td> </tr> <tr> <td>高温環境（80℃）での使用</td> <td>可・<input checked="" type="checkbox"/> 否</td> <td>設計条件：常温</td> </tr> <tr> <td>ペデスタル内へのアクセス</td> <td>可・<input checked="" type="checkbox"/> 否</td> <td>既設貫通口（φ500mm）には挿入不可</td> </tr> <tr> <td>燃料デブリ位置/性状調査</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>ITV カメラによる可視が可能</td> </tr> <tr> <td>技術情報の開示・改造対応</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>用途に応じたカスタマイズ可能</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 可・否</td> <td>福島第一原子力発電所に派遣可能</td> </tr> </tbody> </table>			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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	実績有り(但し低放射性廃液)	高温環境（80℃）での使用	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	設計条件：常温	ペデスタル内へのアクセス	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	既設貫通口（φ500mm）には挿入不可	燃料デブリ位置/性状調査	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	ITV カメラによる可視が可能	技術情報の開示・改造対応	<input checked="" type="checkbox"/> 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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	福島第一原子力発電所に派遣可能
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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	実績有り(但し低放射性廃液)																					
高温環境（80℃）での使用	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	設計条件：常温																					
ペデスタル内へのアクセス	可・ <input checked="" type="checkbox"/> 否	既設貫通口（φ500mm）には挿入不可																					
燃料デブリ位置/性状調査	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	ITV カメラによる可視が可能																					
技術情報の開示・改造対応	<input checked="" type="checkbox"/> 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	<input checked="" type="checkbox"/> 可・否	福島第一原子力発電所に派遣可能																					
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>リモートコントロールの無線化。  自航式水中探査装置の小型化。</p>																							
<p>5. 備考</p> <p>現在は試験完了に伴い、当該装置を保有していない。</p>																							

[書式2-3]

セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

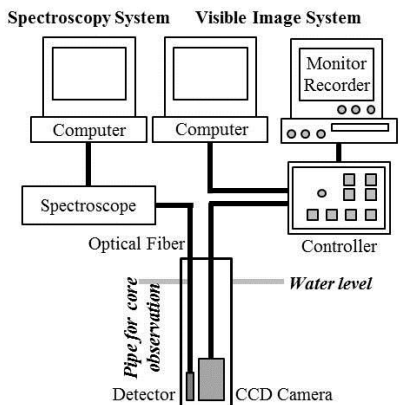
技術カタログ	
分類移動装置	ドライウェル外側狭隘部調査ロボット移動機構
タイトル	狭隘部遠隔高所作業車
提案者	独立行政法人産業技術総合研究所
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>遠隔操作により狭隘部を通過可能な高所作業車。作業アーム、計測装置、除染装置を床上4.5mまで上げることができる。バッテリーにて5時間駆動。有線通信300m、無線通信の両者を備えている。</p> <p>サイズ：L1.59m×W0.77m×H1.98m</p> <p>重量：635kg</p> <p>作業床最大高さ：4.5m</p> <p>最大積載能力：200kg</p> <p>走行速度：2km/h（高速）、0.8km/h（低速）</p> <p>走行能力：登坂15度、段差50mm、超信地旋回可能</p> <p>通信方式：有線300m、無線</p> <p>バッテリー駆動時間：5時間</p>	
<p>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）</p> <p>なし。</p>	
<p>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</p> <p>福島第一原子力発電所への適用するために、東京電力、本田技術研究所の協力のもと開発中。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p> <p>原子力建屋1階の天井近くに届かせるためには、昇降高さを上げる必要がある。線量の高い場所で使用する場合には、耐放射線能力を向上させる必要がある。</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式2-3]

セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

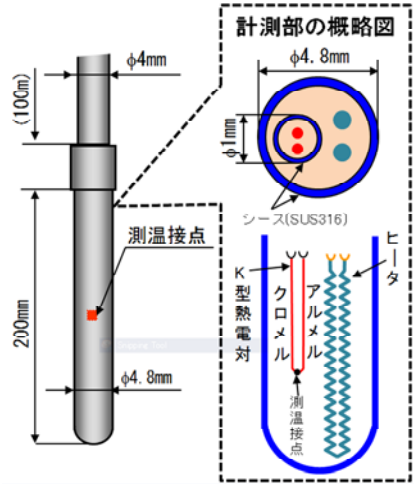
技術カタログ	
分類移動装置	ドライウェル外側狭隘部調査ロボット（移動・作業機構）
タイトル	狭隘部遠隔高所作業ロボット
提案者	独立行政法人産業技術総合研究所、株式会社本田技術研究所
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>遠隔操作により狭隘部を通過し、床上 6m の高さで配管等を避けながらペネ等の調査を行うことが可能な高所作業ロボット。バッテリーにて 5 時間駆動。有線通信 300m、無線通信の両者を備えている。</p> <p>サイズ：L1.59m×W0.77m×H1.98m</p> <p>重量：約 750kg</p> <p>走行速度：2 km/h（高速）、0.8km/h（低速）</p> <p>走行能力：登坂 15 度、段差 50mm、超信地旋回可能</p> <p>作業アーム自由度：11 自由度（バルブ回し用）</p> <p>最大到達高さ：約 6m</p> <p>可搬重量：5kg</p> <p>通信方式：有線 300m、無線</p> <p>バッテリー駆動時間：5 時間</p>	
<p>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）</p> <p>なし。</p>	
<p>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</p> <p>福島第一原子力発電所への適用するために、東京電力の協力のもと開発中。</p>	
<p>4. 開発すべき技術</p> <p>原子力建屋 1 階の天井近くに届かせるためには、昇降高さを上げる必要がある。線量の高い場所で使用する場合には、耐放射線能力を向上させる必要がある。計測装置等を取り付けるためには、作業アームロボットのエンドエフェクタを変更する必要がある（現在は、バルブ回しに特化）。</p>	
<p>5. 備考</p>	

[書式 2 - 3]

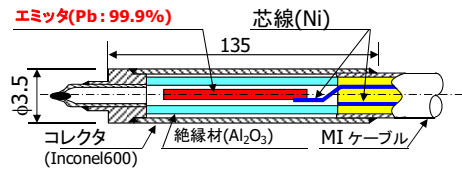
技術カタログ									
分類移動装置	計測機器								
タイトル	チェレンコフ光測定システム								
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構								
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>JMTR では、使用済燃料の監視として、ビデオカメラによるチェレンコフ光の観察を行い、チェレンコフ光の強度によるガンマ線強度の評価を行っている。本技術を活用することにより、原子炉圧力容器及び格納容器内の観察を行うとともに、チェレンコフ光測定により、燃料のガンマ線強度の情報が遠隔で取得することが可能となる。なお、本技術は使用済み燃料プールの監視にも役立つ。</p> <p>(特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○その場観察が可能。</li> <li>○チェレンコフ光の輝度とガンマ線強度に相関があり、ガンマ線強度を評価。</li> <li>○遠隔測定が可能。</li> </ul> <p>(仕様)</p> <p>チェレンコフ光測定装置は、分光システムと画像システムから構成される。おもな構成は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>構成システム名</th><th>機器名</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>分光システム</td><td>分光器、光ファイバ</td></tr> <tr> <td>画像システム</td><td>CCD カメラ、画像処理装置</td></tr> <tr> <td>解析システム</td><td>解析装置</td></tr> </tbody> </table> <p>(性能)</p> <p>波長測定可能範囲: 200~1100nm</p>  <p>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）</p> <p>JMTR の使用済燃料ラック及び京都大学研究用原子炉 (KUR) の観察孔から炉心からのチェレンコフ光の観察実績あり。測定システムを設置した観察孔の線量は約 5<math>\mu</math>Sv/h で約 3 日、分光システム及び画像システムに乱れはなく、連続測定が可能。得られたチェレンコフ光の画像を解析することにより、<math>\gamma</math>線量の評価手法も開発済み。</p> <p>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</p> <p>炉内観察が容易にできるとともに、遠隔性に優れている。得られた画像を解析することにより、線量を把握することもできる。</p> <p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>耐放射線性 CCD カメラの選定、画像解析ソフトの開発。</p> <p>5. 備考</p> <p>本システムは世界で初めて開発を進めているものである。</p>		構成システム名	機器名	分光システム	分光器、光ファイバ	画像システム	CCD カメラ、画像処理装置	解析システム	解析装置
構成システム名	機器名								
分光システム	分光器、光ファイバ								
画像システム	CCD カメラ、画像処理装置								
解析システム	解析装置								



[書式2-3]

技術カタログ															
分類移動装置	計測機器														
タイトル	ヒータ付熱電対型水位計														
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構														
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>福島第一原子力発電所の廃止措置を安全に完了させるためには、使用済燃料貯蔵プール等の水位を、高放射線環境下にて正確かつ簡便に、長期にわたって測定する必要がある。本ヒータ付熱電対型水位計は、大型で構造が複雑な BICOTH 型水位計を基本概念とし、よりシンプル構造でかつ小型化した水位計である。</p> <p>（特徴）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○内部にヒータと並んで K 型熱電対が設置されており、測温接点が大気中のある時と水中にある時の温度差から水位の測定をすることが可能。</li> <li>○正確な温度測定が可能。</li> <li>○放射線に強い MI ケーブルを用い最大 100m 離れた位置の計測装置まで延長可能。</li> <li>○大容量電線の配線は不必要。</li> </ul> <p>（仕様）</p> <table border="1"> <tr> <td>検知方法</td><td>熱電対加熱法</td></tr> <tr> <td>センサ直径</td><td>φ4.8mm</td></tr> <tr> <td>センサユニット長さ</td><td>200mm</td></tr> <tr> <td>MI ケーブル長さ</td><td>100m</td></tr> <tr> <td>電圧、電流、電力</td><td>5V, 3.5A, 17.5W</td></tr> <tr> <td>電力密度</td><td>0.58W/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr> <td>水位検出精度</td><td>±20mm</td></tr> </table> 		検知方法	熱電対加熱法	センサ直径	φ4.8mm	センサユニット長さ	200mm	MI ケーブル長さ	100m	電圧、電流、電力	5V, 3.5A, 17.5W	電力密度	0.58W/cm <sup>2</sup>	水位検出精度	±20mm
検知方法	熱電対加熱法														
センサ直径	φ4.8mm														
センサユニット長さ	200mm														
MI ケーブル長さ	100m														
電圧、電流、電力	5V, 3.5A, 17.5W														
電力密度	0.58W/cm <sup>2</sup>														
水位検出精度	±20mm														
<p>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）</p> <p>シース長さ 100m までの試作試験を完了し、炉外での予備的特性評価を完了している。なお、構成要素の熱電対、ヒータ及び MI ケーブルは JMTR において豊富な使用実績あり。</p>															
<p>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</p> <p>バッテリー程度の電源で使用可能であるとともに、高放射線環境下においても正確に水位測定が可能。原子炉圧力容器及び格納容器内の正確な推移を測定することが可能。</p>															
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>熱電対とヒータを一对で組み込んだヒータ付熱電対を軸方向に移動させて水位を計る場合は開発すべき技術はなく、直ちに使用可能。一方、水位計を動かさずに一度に水位を計測するためには熱電対とヒータを軸方向に数カ所組み込む必要があり、製作試験と特性評価が必要となる。</p>															
<p>5. 備考</p> <p>本製品は世界で初めて開発したものである。また、類似構造を有する計測機器の使用実績は多数あり、炉内等、極限環境での使用は十分可能であるとする。</p>															

[書式2-3]

技術カタログ									
分類移動装置	計測機器								
タイトル	自己出力型ガンマ線検出器 (SPGD)								
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構								
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p><math>\gamma</math> 線が材料(エミッタ)に照射されると、エミッタから光電子及びコンプトン電子が飛び出しエミッタとコレクタの間に電流が発生する。この電流は、<math>\gamma</math> 線強度と比例し原子炉内の<math>\gamma</math> 線量を把握することが可能となる。なお、下図ではエミッタ材を Pb としているので使用温度範囲は約 200℃以下になるが、他の高融点金属をエミッタ材に使用すれば、500℃以上でも使用可能な SPGD の開発は可能である(現在試作検討中)。</p> <p><b>SPGD の構造</b></p>  <p>(特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○校正曲線を作成し、現場にて SPGD 出力値を測定することで<math>\gamma</math> 線強度を測定。</li> <li>○ガンマ線の測定範囲は、<math>10^3\text{R/h}</math> 以上 (エミッタの大きさにより測定範囲は変更可)。</li> <li>○エミッタ材の材質を変更することにより、より高温での使用が可能 (現在の最高使用温度 約 200℃)。</li> <li>○放射線に強い MI ケーブルを使用。</li> <li>○大容量電線の配線は不必要。</li> </ul> <p>(仕様)</p> <p>SPGD のおもな構成は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>構成</th><th>特徴</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SPGD</td><td><math>\gamma</math> 線の強度を測定する。</td></tr> <tr> <td>MI ケーブル</td><td>SPGD の出力電流値を伝達するケーブル。芯線をマグネシアの絶縁材、さらに金属保護管で覆う。高耐熱、耐放射線性及び加工性が高い。</td></tr> <tr> <td>同軸ケーブル</td><td>MI ケーブルは高価であるため、通常的环境内においては同軸ケーブルで補う。</td></tr> </tbody> </table> <p>(性能)</p> <p>MI ケーブル 100m の製造実績あり。</p>		構成	特徴	SPGD	$\gamma$ 線の強度を測定する。	MI ケーブル	SPGD の出力電流値を伝達するケーブル。芯線をマグネシアの絶縁材、さらに金属保護管で覆う。高耐熱、耐放射線性及び加工性が高い。	同軸ケーブル	MI ケーブルは高価であるため、通常的环境内においては同軸ケーブルで補う。
構成	特徴								
SPGD	$\gamma$ 線の強度を測定する。								
MI ケーブル	SPGD の出力電流値を伝達するケーブル。芯線をマグネシアの絶縁材、さらに金属保護管で覆う。高耐熱、耐放射線性及び加工性が高い。								
同軸ケーブル	MI ケーブルは高価であるため、通常的环境内においては同軸ケーブルで補う。								
<p>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)</p> <p>上図の SPGD に関して、Co 照射施設での校正試験の実績あり (<math>10^3\text{R/h} \sim 10^6\text{R/h}</math>)。JMTR 再稼働に合わせて、JMTR 炉内の<math>\gamma</math> 線強度測定を行う。</p>									
<p>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</p> <p>ケーブルが耐放射線性に優れ、かつ大容量電線の配線が不必要であることから、小さな孔から挿入し、原子炉圧力容器及び格納容器内のガンマ線量の監視が可能。</p>									
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p> <p>現場の<math>\gamma</math> 線強度や雰囲気温度により、エミッタ材の大きさ、材質の開発を行う場合もある。</p>									
<p>5. 備考</p> <p>本製品は世界で初めて開発を進めているものである。</p>									

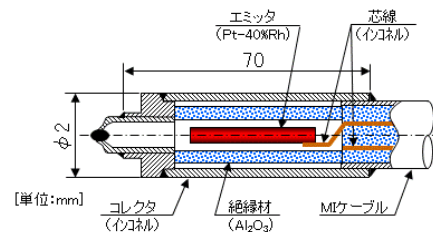
[書式 2 - 3]

技術カタログ	
分類移動装置	計測機器
タイトル	細径多対式熱電対
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>細径（<math>\phi 1.8\text{mm}</math>）でかつ温接点が最大 7 箇所、温接点間の距離<math>\pm 1\text{mm}</math>の精度の細径多対式熱電対であり、低温領域から高温領域（<math>1000^{\circ}\text{C}</math>）までの温度測定に使用する。</p> <p>【仕様】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○外径：<math>\phi 1.8\text{mm} \times 10\text{m}</math></li> <li>○シース材質；NCF600</li> <li>○温接点：3 点</li> <li>○測定範囲：</li> </ul> <p style="margin-left: 40px;">K 型；<math>0 \sim 600^{\circ}\text{C}</math></p> <p style="margin-left: 40px;">N 型；<math>0 \sim 1000^{\circ}\text{C}</math></p>	
<p>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）</p> <p>K 型多対式熱電対は、材料試験炉（JMTR）において使用実績が有る。また、高温用の N 型多対式においては、炉外において長時間の使用実績を有する。</p>	
<p>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</p> <p>放射線に強い MI ケーブルを使用している。また、K 型多対式熱電対については、既に、JMTR において中性子照射下においても使用実績があり、すぐにでも活用可能である。</p> <p><math>1000^{\circ}\text{C}</math>の高温領域での測定が必要な場合、K 型多対式熱電対と同様に MI ケーブルを使用した N 型多対式熱電対を利用することが出来る。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>現場の使用条件により、測温点の増加及び測温点間長さの延長についての開発が必要である。</p>	
<p>5. 備考</p> <p>本製品は世界で初めて開発したものであり、JMTR でしか使用されていないものである。また、本熱電対の外径を大きくすることにより、測温点を増やすことは可能である。</p>	

[書式 2 - 3]

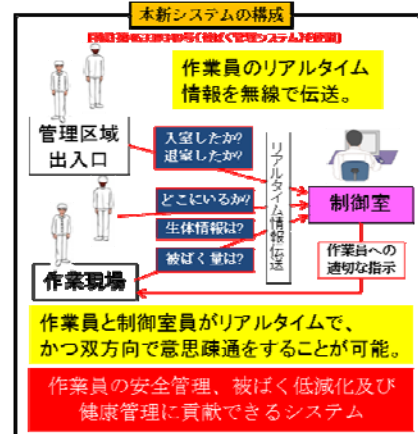
技術カタログ									
分類移動装置	計測機器								
タイトル	ハイブリッド自己出力型中性子検出器 (SPND)								
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構								
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>中性子線が材料(エミッタ)に照射されると、放射化による<math>\beta</math>崩壊もしくは光電子及びコンプトン電子がたたき出される効果を利用して、<math>\gamma</math>線強度に比例した出力電流を測定することにより、原子炉内の中性子線量を把握する計測機器である。</p> <p>(特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○校正曲線を作成し、現場にて SPND 出力値を測定することで中性子線量を測定。</li> <li>○中性子線量の測定範囲は、<math>10^9/\text{cm}^2</math> 以上 (エミッタの大きさにより測定範囲は変更可)。</li> <li>○エミッタ材の材質を変更することにより、より高温での使用が可能 (現在の最高使用温度 : <math>700^\circ\text{C}</math>)。</li> <li>○放射線に強い MI ケーブルを使用。</li> <li>○大容量電線の配線は不必要。</li> </ul> <p>(仕様)</p> <p>SPND のおもな構成は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>構成</th><th>特徴</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SPGD</td><td>中性子線量を測定する。エミッタ材として、Rh, Co, Pt, Pt-Rh などを使用。</td></tr> <tr> <td>MI ケーブル</td><td>SPND の出力電流値を伝達するケーブル。芯線をマグネシアの絶縁材、さらに金属保護管で覆う。高耐熱、耐放射線性及び加工性が高い。</td></tr> <tr> <td>同軸ケーブル</td><td>MI ケーブルは高価であるため、通常的环境内においては同軸ケーブルで補う。</td></tr> </tbody> </table> <p>(性能)</p> <p>MI ケーブル 100m の実績あり。</p> <p>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)</p> <p>JMTR の照射試験での使用実績が十分にある。 また、PWR などの商用炉でも使用実績が多数ある。</p> <p>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</p> <p>ケーブルが耐放射線性に優れ、かつ大容量電線の配線が不必要であることから、小さな孔から挿入し、原子炉圧力容器及び格納容器内の中性子線量の監視が可能。</p> <p>4. 開発すべき技術 (例)</p> <p>現場の中性子線量や雰囲気温度により、エミッタ材の大きさ、材質の選定を行う。校正曲線の取得が今後の課題。</p> <p>5. 備考</p> <p>本製品は世界で初めて開発したものであり、JMTR でしか使用されていない。</p>		構成	特徴	SPGD	中性子線量を測定する。エミッタ材として、Rh, Co, Pt, Pt-Rh などを使用。	MI ケーブル	SPND の出力電流値を伝達するケーブル。芯線をマグネシアの絶縁材、さらに金属保護管で覆う。高耐熱、耐放射線性及び加工性が高い。	同軸ケーブル	MI ケーブルは高価であるため、通常的环境内においては同軸ケーブルで補う。
構成	特徴								
SPGD	中性子線量を測定する。エミッタ材として、Rh, Co, Pt, Pt-Rh などを使用。								
MI ケーブル	SPND の出力電流値を伝達するケーブル。芯線をマグネシアの絶縁材、さらに金属保護管で覆う。高耐熱、耐放射線性及び加工性が高い。								
同軸ケーブル	MI ケーブルは高価であるため、通常的环境内においては同軸ケーブルで補う。								

SPND の構造

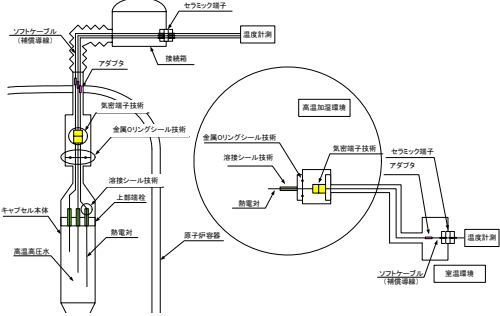


〔書式 2－3〕

技術カタログ	
分類移動装置	被ばく量等管理計測機器
タイトル	集中監視可能で放射線管理機能を備えた入退室管理システム
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>作業員に携帯させる検出器のデータを無線 LAN を用いて取得し、制御室等で集中監視でき、かつ作業員との双方向による情報の伝達や意思疎通が可能なシステムである。本技術は、作業員の線量率、積算被ばく量及び健康状態をリアルタイムで監視し、作業現場にいる作業員に対して、制御室等から適切な指示を出すことができ、作業員の安全管理、被ばく量低減、健康管理に貢献することができる。また、作業員の位置情報、姿勢状態の監視も可能である。さらに、生体センサを用いることにより作業員の心拍数、体表面温度等の監視も可能になる。</p>	
<p>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）</p> <p>日立アロカメディカル株式会社と共同取得した特許[特許第 46339349 号（被ばく管理システム）を使用]に基づき、開発されたシステムである。線量率、積算被ばく量、位置情報及び姿勢制御のデータの収集、集中監視する基本システムを平成 23 年度末までに材料試験炉 JMTR 炉室へ設置し、運用に入る予定である。</p>	
<p>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</p> <p>福島第一原子力発電所の建家内外での作業においては、作業員の被ばく量、健康状態を適切に把握、管理することが必要不可欠である。また、一元化管理が重要であるとともに、作業員との双方向での意思疎通も重要である。</p> <p>本システムの基本システムは、既に JMTR に設置中であり、生体センサを用いた生体情報確認システムの技術開発を終了すれば、運用設置まで多くの時間を要しない。また、福島第一のみならず、他の原子力施設等への適用も可能である。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>生体センサによる心拍数、体表面温度等の測定、情報伝達。</p>	
<p>5. 備考</p> <p>屋外での除染作業管理、一時帰宅者のための放射線管理にも応用可能である。</p>	



[書式 2 - 3]

技術カタログ	
分類移動装置	計装線取出機器（気密端子、接続箱）
タイトル	過酷事故時における格納容器内の温度等の計測システム
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>福島原発事故における格納容器内では、設計を超える温度や湿度の環境（最高温度 500℃、湿度 100%と予想）となり、格納容器内の熱電対、端子台、ケーブル等が損傷したため、正確な温度測定が困難となったことが予想される。したがって、過酷事故時を想定した高温加湿状態で、信頼性の高い温度計測を念頭において、これらの計測機器を設置する必要がある。</p> <p>JMTR では、原子炉内で高温高圧水の軽水炉環境（約 300℃、7.5MPa）を模擬した照射試験を実施し、キャプセルから熱電対等の計装線を炉外に取出している。この計装線取出し技術（溶接シール、気密端子、接続箱のセラミック端子の構造等）を格納容器内等からの計装線の取出しに応用すれば、過酷事故時の環境においても信頼性の高い温度測定等が期待できる。</p>  <p>キャプセルの計装線取出し技術の応用例</p> <p>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）</p> <p>JMTR では 1968 年に臨界となってから現在に至るまで、原子炉容器内へキャプセルを装荷し、キャプセル内から計装線を取り出し、照射試験を長年実施してきた実績がある。</p> <p>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</p> <p>福島第一では設計を超える高温加湿状態であったことから、熱電対等の絶縁劣化が計測不良を起こした原因と推測される。</p> <p>JMTR では日頃より高温高圧水中（温度約 300℃、7.5MPa）での照射試験を実施しており、絶縁劣化を起こすことのない計装線取出し技術を確立している。この技術に応用すれば、格納容器内等の過酷事故環境下においても、信頼性の高い計測が可能となる。</p> <p>技術的課題としては、JMTR の計装線の取出し技術の応用（コネクタ部の気密性を高めるための O リングシール材料及びその形状）の検討。模擬環境装置の開発。使用環境下を模擬した確認試験の実施。</p> <p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>模擬環境装置の開発、使用環境で気密性を有する O リング及びその気密構造。</p> <p>5. 備考</p> <p>JMTR のために整備した接続箱等は設工認対象であり、国の技術基準を満足するもの。</p>	




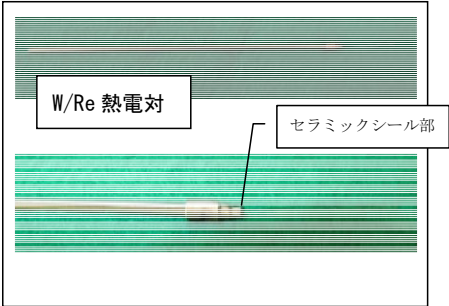
[書式2-3]

技術カタログ	
分類移動装置	遠隔操作機器
タイトル	遠隔操作による3次元X線CT試験
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>福島第1原子力発電所の原子炉圧力容器下部にあると思われるデブリ及び放射化物が回収され、今後の安全基盤の向上を踏まえこれらの内部状態の詳細把握が必要である。得られた高度な情報を分析し、今後の解析部位等の試験試料採取に貢献する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>コンクリートセル内設置のX線CT装置</p> <p>装置仕様    X線発生部：450kV、15mA</p> <p>装置性能    分解能：0.16mm</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>γ線を低減した撮影像</p>  <p>通常の撮影像</p> </div> </div>	
<p>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）</p> <p>これまでに、コバルト試料（約120TBq）の撮影において、γ線の影響を低減するために開発した撮影技術を使用することにより明確な画像が得られることは実証済である。</p>	
<p>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</p> <p>実デブリの放射線量は、高放射線量が推定されるが当装置は、自ら発生する高線量のγ線を低減し明確な撮影像を得る機能を備えているため適用可能である。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>実デブリに混在していると思われる物質を推測し、それらの密度による撮影像が明確にデータ化できるフィルター等の開発。</p>	
<p>5. 備考</p> <p>特になし。</p>	

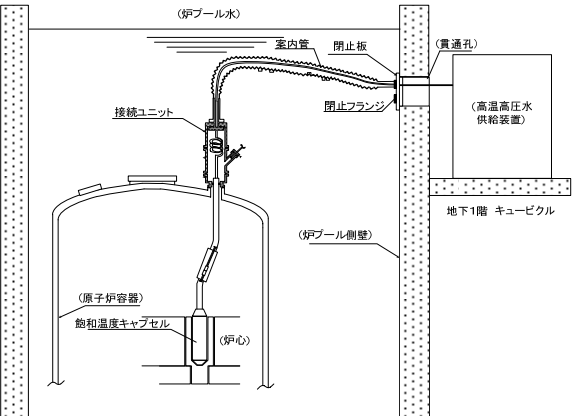
[書式2-3]

技術カタログ									
分類移動装置	計測機器								
タイトル	水素濃度センサ								
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構								
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>水素濃度センサはプロトン導電体、基準物質、ヒータ、熱電対、内外電極から構成される。水素濃度に対応する電極間電圧をリード線に伝達し水素濃度変化に対する応答性を得るものである。本センサによって炉心溶融の際に発生する、燃料ペレットを覆うジルカロイ被覆管と水の反応によって大量に放出される水素を検知し、事故状況を適切に把握するために資する。</p> <div data-bbox="651 667 1337 913" data-label="Image"> </div> <p>（仕様）</p> <p>水素濃度センサのおもな構成は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>構成</th><th>特徴</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>プロトン導電体</td><td>水素センサの心臓部である、プロトン（水素イオン）導電体の原理は水素濃度電池の応用である。プロトン導電体は電気をかけると水素のみを選択的に透過させることができる機能性材料であり、この導電体を挟んで水素分圧が異なると、高水素分圧側が負極として起電力を発生することになるが、この電圧差を利用するものである。</td></tr> <tr> <td>基準物質</td><td><math>\text{AlPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{La}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{CrO}_{3-a}</math></td></tr> <tr> <td>ヒータ</td><td>水素の応答性向上に使用する。</td></tr> </tbody> </table>		構成	特徴	プロトン導電体	水素センサの心臓部である、プロトン（水素イオン）導電体の原理は水素濃度電池の応用である。プロトン導電体は電気をかけると水素のみを選択的に透過させることができる機能性材料であり、この導電体を挟んで水素分圧が異なると、高水素分圧側が負極として起電力を発生することになるが、この電圧差を利用するものである。	基準物質	$\text{AlPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{La}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{CrO}_{3-a}$	ヒータ	水素の応答性向上に使用する。
構成	特徴								
プロトン導電体	水素センサの心臓部である、プロトン（水素イオン）導電体の原理は水素濃度電池の応用である。プロトン導電体は電気をかけると水素のみを選択的に透過させることができる機能性材料であり、この導電体を挟んで水素分圧が異なると、高水素分圧側が負極として起電力を発生することになるが、この電圧差を利用するものである。								
基準物質	$\text{AlPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{La}_{0.4}\text{Sr}_{0.6}\text{CrO}_{3-a}$								
ヒータ	水素の応答性向上に使用する。								
<p>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）</p> <p>プロトン導電体は一般には、固体電解質方式の一つとして水素センサとして使用され、水素をエネルギーとして取り扱う現場において、爆発の危険性のある水素を検知するために利用されている。また、近年プロトン伝導体をセラミックス型にしたものがあり、数百℃の高温で安定に使用できるものが開発されている。</p>									
<p>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</p> <p>炉心溶融の際に発生する水素の監視が可能であり、冷却水の水位、温度の監視等とともに原子炉圧力容器及び格納容器内の正確な推移を測定することが可能。</p>									
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>溶融炉心時雰囲気等を考慮して、水蒸気環境下で水素濃度が計測可能であり、耐熱性 500℃以上等、目標とする仕様を満足する。</p>									
<p>5. 備考</p> <p>特になし。</p>									



[書式2-3]

技術カタログ	
分類移動装置	計測機器
タイトル	耐放射線性セラミックシール
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>JMTR では、高温用熱電対として、タングステン・レニウム（W/Re）を用い、中性子照射下における燃料棒等の温度計測を行っている。W/Re の製作にあたっては、セラミックシールを用い、熱電対の芯線とシース材間の絶縁及び閉止を行っている。</p> <p>このセラミックシールは、福島第一原子力発電所の高線量、高温及び高圧下の配管からの計測機器の取出し箇所閉止に活用することより、配管からの漏水を防ぎ、原子炉内の状態を正確かつ安全に計測できるものである。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p>（特徴）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○セラミック材により、高放射線下での使用が可能。</li> <li>○耐圧、耐熱及び耐熱衝撃などの条件下での接着とシールに使用が可能。</li> </ul> <p>（仕様）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○住友 3M 製セラマボンド 618N               <ul style="list-style-type: none"> <li>○シリカを基材とした耐熱セラミック接着剤。</li> <li>○耐熱上限は 1650℃。</li> <li>○塗布後は 1～4 時間常温で乾燥させ、371℃で 1～2 時間焼成すると完全に硬化。</li> <li>○酸やアルカリにも強いうえ、絶縁性は 250V/mil。</li> </ul> </li> </ul> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  <p>セラマボンド</p>  <p>使用実績</p> </div> </div>	
<p>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）</p> <p>JMTR で高温用熱電対として使用している W/Re 熱電対の絶縁及び閉止のために、約 300℃の温度、高速中性子照射量の条件で <math>1.8 \times 10^{23}/\text{m}^2</math> までの使用実績がある。</p>	
<p>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</p> <p>高温及び高圧下の配管からの計測機器の取出し箇所の閉止。原子炉圧力容器及び格納容器水漏れ箇所の止水。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>福島第一原子力発電所で使用する場合は、使用環境（圧力、温度、雰囲気等）に合わせた特性評価試験を行う必要がある。</p>	
<p>5. 備考</p> <p>特になし。</p>	

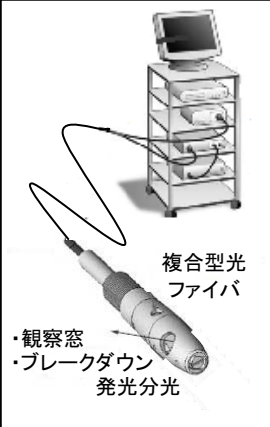
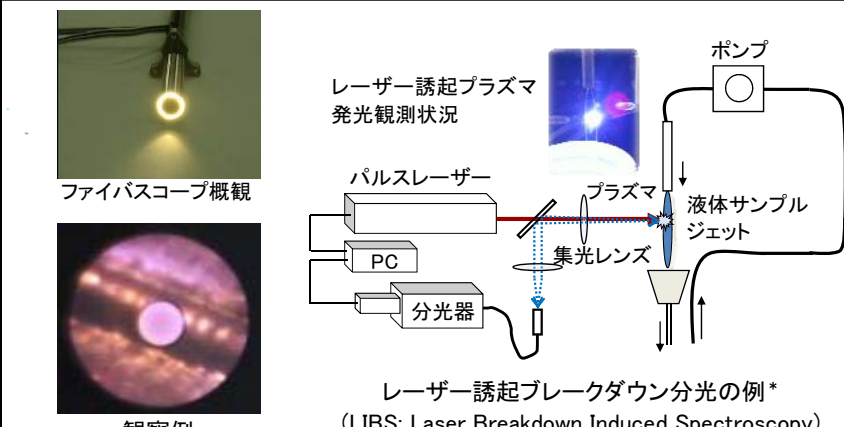
[書式2-3]

技術カタログ	
分類移動装置	計装線等の取出機器（閉止板、閉止フランジ）
タイトル	格納容器内の計装線等の取出技術
提案者	独立行政法人日本原子力研究開発機構
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>JMTR では、原子炉内で高温高压水の軽水炉環境（約 300℃、7.5MPa）を模擬した照射試験を実施している。この照射試験には、地下1階のキュービクル内の高温高压水供給装置から照射キャプセルを給排水管で結ぶ必要がある。この接続は炉プール内を通るため、キュービクル内への炉プール冷却水の漏えいを防止する必要がある。そこで、「閉止フランジ」と「閉止フランジ」により、キュービクル内への炉プール冷却水の漏えいを防ぎ、「案内管」、「接続ユニット」、内を通し、飽和温度キャプセルに高温高压水を供給する。この配管取出し技術は、格納容器内等からの計装線の取出技術への応用が期待できる。</p>  <p style="text-align: center;">原子炉容器内からの取出し技術例</p>	
<p>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）</p> <p>JMTR では、原子炉容器内に装荷したキャプセルから計装線、高温高压水の給排水管等を取り出し、照射試験を長年実施してきた実績がある。</p>	
<p>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</p> <p>福島第一では格納容器内にある冷却水設計を超える高温加湿状態であったことから、計装線等の引出しでは、気密性が要求される。</p> <p>JMTR では炉プール冷却水と炉外とのバウンダリを形成しながら、計装線等を取出す技術を確立している。この技術を応用すれば、格納容器内等からの過酷事故環境下においても、信頼性の高い計測が可能となる。</p> <p>技術的課題としては、使用環境での接続部の気密性の検討（Oリングや気密構造等）。模擬環境装置の開発。使用環境下を模擬した確認試験の実施。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>使用環境で気密性を有するOリング及びその気密構造</p>	
<p>5. 備考</p> <p>閉止板、閉止フランジ等の設備については、設工認対象で国の技術基準を満足している。</p>	

〔書式 2－3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類	移動装置
タイトル	管内検査用カメラシステム
提案者	日本原子力研究開発機構
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）	
<p>【株式会社キュー・アイ社製】</p> <p>管内を車輪走行し、管内壁の画像観察を行う装置。</p> <p>カメラヘッド ITV：CCD（直視・側視）</p> <p>ライト：10W×4 灯（照度調整式）</p> <p>耐水性：水中 10m</p> <p>走行：Max 15m/min（前後、可変）</p> <p>ケーブル長：200m</p>	
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）	
<p>平成 3 年に東海再処理工場の海中放出管（200A）に漏えいが生じた際、漏えい孔（約 2cm）を特定した実績がある。（写真は、特定した漏えい孔映像）</p> <p>ケーブル長 200m の仕様で、海中放出管内の最長走行距離の実績は約 130m。</p>	
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	<p>放射線環境下での使用：耐放射線性カメラあり</p> <p>高温環境での使用：実績は海水温</p>
4. 開発すべき技術（例）	
5. 備考	

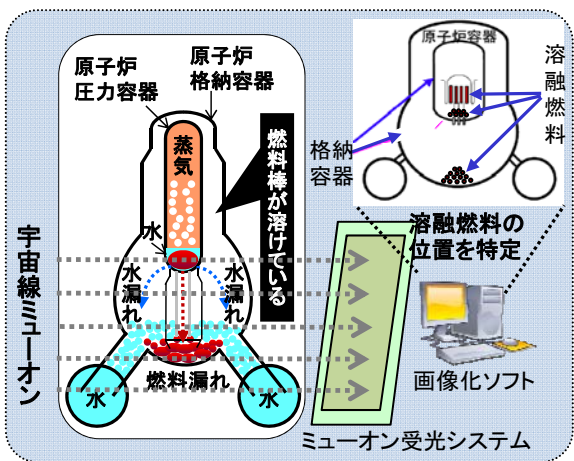
## [書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ																	
分類	計測装置																
タイトル	内部観察・レーザーモニタリング技術																
提案者	日本原子力研究開発機構																
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）																	
2重構造の導光部分をもつ複合型光ファイバ等を用いて数十 mm の開口部を通じて炉内観察する、またレーザー光によるリモートセンシングで元素分析する装置である。赤外光や可視光による炉内観察やパルスレーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)法による、気体・液体・固体(デブリ表面等)対象物の元素分析を行う可搬型の装置。																	
<div><p>図 1 装置概略</p></div>	<div><div><p>図 2 内部観察・レーザーモニタリング技術</p></div></div>																
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）																	
<ul style="list-style-type: none"><li>・高線量下の高速炉実験炉「常陽」炉内観察の実績(別添資料 1)。</li><li>・複合型ファイバによる 1 インチ直径の配管内部観察の実績(別添資料 2)。</li><li>・LIBS の混合水溶液への適用性検討*(別添資料 3)。</li><li>・LIBS による元素分析分光データ取得の実績*(別添資料 4)。</li></ul>																	
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																	
<table><tr><th>適用課題</th><th>可否</th><th>備考・根拠など</th></tr><tr><td>放射線環境での使用</td><td>(可)・否</td><td>耐放射線仕様(〜5×10<sup>5</sup> Gy)</td></tr><tr><td>高温環境での使用</td><td>(可)・否</td><td>約 200℃での実績あり</td></tr><tr><td>燃料デブリ位置/性状調査</td><td>(可)・否</td><td>光伝送系と LIBS の組合せの技術開発で可能</td></tr><tr><td>技術情報の開示・改造対応</td><td>(可)・否</td><td>用途に応じたカスタマイズ可能</td></tr></table>			適用課題	可否	備考・根拠など	放射線環境での使用	(可)・否	耐放射線仕様(〜5×10 <sup>5</sup> Gy)	高温環境での使用	(可)・否	約 200℃での実績あり	燃料デブリ位置/性状調査	(可)・否	光伝送系と LIBS の組合せの技術開発で可能	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
適用課題	可否	備考・根拠など															
放射線環境での使用	(可)・否	耐放射線仕様(〜5×10 <sup>5</sup> Gy)															
高温環境での使用	(可)・否	約 200℃での実績あり															
燃料デブリ位置/性状調査	(可)・否	光伝送系と LIBS の組合せの技術開発で可能															
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															
4. 開発すべき技術																	
<ul style="list-style-type: none"><li>・水中 LIBS(レーザー誘起ブレイクダウン分光)増幅技術の開発。</li><li>・測定データを通信等により原子炉建家外で取得する技術。</li><li>・Pu および TRU 原子スペクトルデータの整備。</li><li>・耐放射線性のある複合型光ファイバの開発。</li></ul>																	
5. 備考																	
*: 特別会計に関する法律(エネルギー対策特別会計)に基づく文部科学省からの受託事業として、日本原子力研究開発機構が平成 22,23 年度に実施した「次世代燃料の遠隔分析技術開発と MOX 燃料による実証的研究」の成果である。																	



〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器

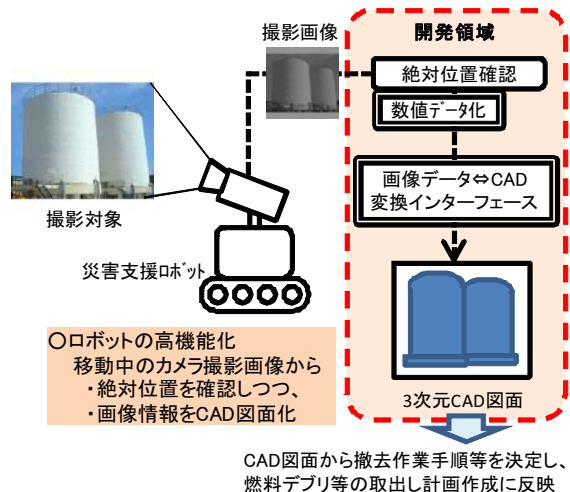
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ		
分類移動装置	計測装置	
タイトル	ミュオンを用いた非破壊検査技術	
提案者	日本原子力研究開発機構、エンジニアリング協会	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
【特徴】宇宙線ミュオンを利用して、原子炉建屋外から燃料デブリの位置、状況を把握する革新的な非破壊検査技術（ミュオントモグラフィ）		
■ 宇宙線ミュオンはピーク強度 2GeV 付近なので、格納容器や圧力容器を透過する能力を有しており、容器内部を透過する際の減衰量からデブリを画像化する。		
■ 既存の受光技術を改良・増強して受光システムを試作する。		
受光システムの仕様/性能：		
【仕様】シンチレータと光電子増倍管の 9×9 台マルチセットで構成		
【性能】81 方向を同時測定（3 次元化及び測定時間短縮に効果）		
		
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）		
地中探査等へミュオン三次元トモグラフィ適用の実績有り（エンジニアリング協会）。		
ミュオンのマルチ受光システムの試作経験有り（エンジニアリング協会）。		
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・ <input type="checkbox"/>	原子炉建家外での使用なので不要
高温環境(60℃)での使用	可・ <input type="checkbox"/>	原子炉建家外での使用なので不要
ペデスタル内へのアクセス	可・ <input type="checkbox"/>	原子炉建家外での使用なので不要
燃料デブリ位置/性状調査	<input type="checkbox"/> ・否	解像度はミュオンのエネルギー、発生数、検出効率に依存
技術情報の開示・改造対応	<input type="checkbox"/> ・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	<input type="checkbox"/> ・否	福島第一原子力発電所に派遣可能
4. 開発すべき技術		
✓ ミュオン受光システム（高効率マルチ受光システム、3 次元画像化ソフト）		
5. 備考		

〔書式 2-3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	計測装置
タイトル	カメラ画像の 3 次元 CAD 図変換システム
提案者	日本原子力研究開発機構、宇都宮大学
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>【特徴・ねらい】</p> <p>■ 調査ロボットからのカメラ撮影画像を数値データ化し、絶対位置情報を付加して格納容器、配管、周辺エリア状況を 3 次元 CAD 図面化する新規のカメラ画像変換システム</p> <p>➤ 3 次元 CAD データの元となる環境計測は、多様な状況に対応できるように、①ステレオ視（※1）、②移動視（モーション（移動）カメラによる視差から 3 次元環境の計測）（※2）のアプローチを対象とする。これをロボストに実現するために、最先端技術である SURF（※3）をベースとする。また、②のアプローチでは、単眼による環境計測が可能となり、この場合には、ズーム計測法（※4）も有力。</p> <p>➤ 画像データは STL 等の CAD フォーマットに変換。CAD データ化には、膨大なデータ量の処理で予測されるが、これまでの経験を生かし、一般的な PC でも処理可能な 3 次元 CAD 図変換システムを構築。</p> <p>➤ ロボットに搭載する PC には電源等により性能が制限されるが、処理アルゴリズムを工夫して実装。</p> <p>※1 「ステレオ視」では、1 回の撮像で 3 次元計測が可能であるが、計測分解能の向上のためには視差を大きく取る必要がある。このとき、左右両画像の見え方が異なることがあり、対応点の探索が問題となる。</p> <p>※2 「移動視」では、移動による視差を小さくすることによって、対応点を比較的ロボストに追跡でき、視差量から 3 次元計測が可能となる。ただし、複数回の撮像が必要なため移動体には不利となる。イチゴ収穫ロボットに応用実績あり（特許第 3958694 号）。</p> <p>※3 「SURF(Speeded Up Robust Features)」とは、特徴点を高速かつロボストに追跡する画像処理法で近年注目されている。宇都宮大学では、これを独自にコーディングし、よりロボストな追跡法を実現（機械学会 No.76, No.762, pp.371-379, 2010）。</p> <p>※4 「ズームによる視差対応環境計測法（特許第 4044454 号）」は、ズームによって生じる</p>	



視差から 3 次元計測を行う方法。微小な視差から位置を推定できる。

- 漏洩検知情報を基に漏洩箇所を図示可能。

【性能・仕様】

- 撮像画像及びカメラ位置座標を入力。
  - この画像から 3 次元構造に変換し、STL 等の CAD フォーマットに変換。
  - その他の CAD フォーマットは、CAD ライセンスに依存。
- オペレーションによる構造分割により、構造部分ごとの CAD データ化が可能。

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）

位置撮影写真から数値データへの変換は実績有り（宇都宮大学）。農作業ロボット等への応用実績有り（宇都宮大学。一部、ここで開発した機能を転用）。

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	耐放射線仕様ロボットからの画像処理のため不要
高温環境(60℃)での使用	可・否	耐高温仕様ロボットからの画像処理のため不要
ペデスタル内へのアクセス	可・否	ロボットからの画像処理のため不要
燃料デブリ位置/性状調査	可・否	カメラ画像を基に 3 次元図面化・性状の組込可
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

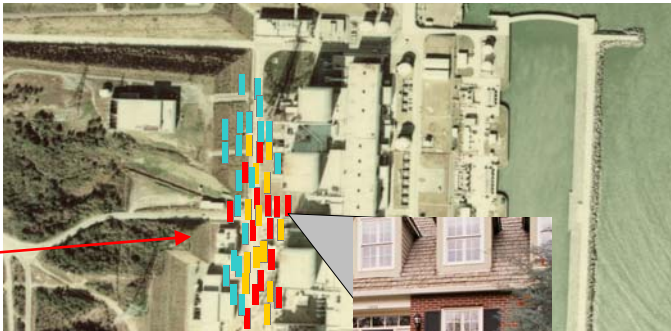

4. 開発すべき技術

- ✓ 撮影画像の 3 次元 CAD 変換システム（撮影画像の数値データ化ソフト、数値データへの絶対位置情報組み込み、画像データ・3 次元 CAD 変換インターフェース）

5. 備考

- がれき等の撤去作業手順、燃料デブリ等の取出し計画、漏洩箇所の補修作業計画等における工程作成に活用可能。
- 本提案では一般的な PC で処理可能なシステムを構築する。これにより、本件に限らず発電所内の各種領域にも広く利用できる。また、各種プラントへの利用も可能なことから、波及効果は大きい。

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	線量マップ作成技術
タイトル	ガンマカメラを利用した線量マップの作成について
提案者	金井 健
<p>１．技術内容（企画案）</p> <p>地図画像より詳細な放射線量状況を可視化できる仕組み実現し、発電所周辺の線量マップを作成する。</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影データを基に線量状況を色で表現</li> <li>・ポイントを選択する事で画像を表示</li> <li>・位置の特定には GPS を利用して連携</li> </ul> </div>  </div> <p style="text-align: center;">・ポイントを選択すると線量状況の詳細画像</p>  <p style="text-align: center;">✕</p> <p>※詳細は別紙参照。</p>	
<p>２．実績（移動ロボットに関する実績）</p> <p>経済産業省（NEDO）委託事業「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト「移動知能基本モジュールの開発」を実施。移動知能ロボットソフトウェア開発・評価のため汎用性・ロバストなモジュールの開発に取り組み、有効性検証の一環として「つくばチャレンジ2009」に参加。</p>	
<p>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</p> <p>（１）線量マップの利用に関して</p> <p>放射線量の測定結果は数値化されていますが、特定されたポイントの測定値でしかなく、数値もエリア内の最大値か最小値か、また、どの様な場所で計測したのか判断しかね。又、汚染物の対象や危険ポイントの特定が今後の作業を進めて行く上で、施設外や周辺設備における線量状況の可視化は欠かす事の出来ない情報と推察されます。</p> <p>（２）除染状況に関して</p> <p>除染前と除染後では、どの様に線量が変わり、現地の状況も視覚画像として利用出来る事は除染状況の可視化として効果があり、安全エリアの確保（道路/通路等）の為、非汚染地帯を作り、被爆を避ける事や人以外に放射線の影響を受けたくない物を安全に運ぶ為にも効果的な利用方法と思われます。また、可視化することで、必要最小限の除染エリアを特定でき、汚染物の量を最小限することが可能となる</p> <p>（３）自律型ロボットに関して</p> <p>自律型ロボットは搭載物を変える事で様々な用途に適応が可能であり、利用価値は高いと思われます。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p> <p>（１）自律型ロボットに関する改良技術</p> <p>モジュールを様々なロボットへ組み込む必要がある。</p> <p>地図・経路を簡単に編集可能なアプリケーションの開発。</p>	
<p>５．備考</p>	

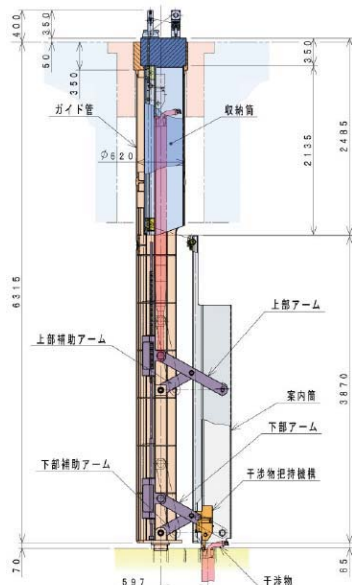
〔書式2－3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器や

計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																				
分類	移動機構(作業機構含む)																			
タイトル	燃料交換機																			
提案者	富士電機(株)																			
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>高温ガス炉の圧力容器内部において高温、高放射線環境下で燃料挿入、取出を行う装置。炉内挿入のグリッパの昇降とパンタグラフ式アーム伸縮、旋回動作により、上下、水平方向の取扱対象に到達する。</p>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>形式</td> <td>グリッパ・アーム伸縮式</td> </tr> <tr> <td>取扱対象</td> <td>炉心構成要素(100kg/体)</td> </tr> <tr> <td>昇降ストローク</td> <td>20m</td> </tr> <tr> <td>アーム伸縮量</td> <td>775mm</td> </tr> <tr> <td>吊上げ荷重</td> <td>最大 2000kg まで吊上げ可能</td> </tr> <tr> <td>駆動方式</td> <td>電動駆動方式</td> </tr> <tr> <td>設計圧力</td> <td>0.098MPa</td> </tr> <tr> <td>使用雰囲気</td> <td>ヘリウムガス中, 200℃</td> </tr> </tbody> </table>			項目	仕様	形式	グリッパ・アーム伸縮式	取扱対象	炉心構成要素(100kg/体)	昇降ストローク	20m	アーム伸縮量	775mm	吊上げ荷重	最大 2000kg まで吊上げ可能	駆動方式	電動駆動方式	設計圧力	0.098MPa	使用雰囲気	ヘリウムガス中, 200℃
項目	仕様																			
形式	グリッパ・アーム伸縮式																			
取扱対象	炉心構成要素(100kg/体)																			
昇降ストローク	20m																			
アーム伸縮量	775mm																			
吊上げ荷重	最大 2000kg まで吊上げ可能																			
駆動方式	電動駆動方式																			
設計圧力	0.098MPa																			
使用雰囲気	ヘリウムガス中, 200℃																			
 																				
<p>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）</p> <p>原子力プラントでの運転実績あり</p>																				
<p>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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠などを定量的に)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>可・否</td> <td>実績有り（累積 <math>10^6</math> Gy）</td> </tr> <tr> <td>対象までのアクセス</td> <td>可・否</td> <td>昇降は 20m 実績。アーム伸縮量の増加は可能</td> </tr> <tr> <td>情報の開示・改造対応</td> <td>可・否</td> <td>用途に応じて改造可能や機能付加が可能</td> </tr> <tr> <td>運転技術者の派遣</td> <td>可・否</td> <td>派遣可能</td> </tr> <tr> <td>緊急時の対応</td> <td>可・否</td> <td>緊急時アーム折畳み機構があり取出しが可能</td> </tr> </tbody> </table>			適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)	放射線環境での使用	可・否	実績有り（累積 $10^6$ Gy）	対象までのアクセス	可・否	昇降は 20m 実績。アーム伸縮量の増加は可能	情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じて改造可能や機能付加が可能	運転技術者の派遣	可・否	派遣可能	緊急時の対応	可・否	緊急時アーム折畳み機構があり取出しが可能
適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)																		
放射線環境での使用	可・否	実績有り（累積 $10^6$ Gy）																		
対象までのアクセス	可・否	昇降は 20m 実績。アーム伸縮量の増加は可能																		
情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じて改造可能や機能付加が可能																		
運転技術者の派遣	可・否	派遣可能																		
緊急時の対応	可・否	緊急時アーム折畳み機構があり取出しが可能																		
<p>4. 開発すべき技術（例）</p>																				
<p>5. 備考</p>																				



[書式2-3] セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																				
分類	移動機構(作業機構含む)																			
タイトル	炉内回収装置																			
提案者	富士電機(株)																			
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）																				
<p>原子炉圧力容器外から挿入して内部の計測機器類を取り出して回収する装置。把持機の昇降とパンタグラフ式アーム伸縮、旋回動作により、上下、水平方向の取扱対象に到達する。種々の取扱対象のハンドリングヘッドに対応して確実に把持する機能と、引抜操作箇所</p> <p>の状況に応じてパンタグラフ機構アームに傾斜をつけ、狭隘部から引き抜く操作もできる。</p>																				
<table><tr><th>項目</th><th>仕様</th></tr><tr><td>形式</td><td>パンタグラフ水平/斜め開閉式</td></tr><tr><td>取扱対象</td><td>炉内計測器類</td></tr><tr><td>昇降スローク</td><td>約 20m</td></tr><tr><td>アーム伸縮量</td><td>約 600mm</td></tr><tr><td>吊上げ荷重</td><td>約 200kg</td></tr><tr><td>駆動方式</td><td>手動操作方式</td></tr><tr><td>設計圧力</td><td>約 0.1MPa</td></tr><tr><td>使用雰囲気</td><td>アルゴンガス中、200℃</td></tr></table>			項目	仕様	形式	パンタグラフ水平/斜め開閉式	取扱対象	炉内計測器類	昇降スローク	約 20m	アーム伸縮量	約 600mm	吊上げ荷重	約 200kg	駆動方式	手動操作方式	設計圧力	約 0.1MPa	使用雰囲気	アルゴンガス中、200℃
項目	仕様																			
形式	パンタグラフ水平/斜め開閉式																			
取扱対象	炉内計測器類																			
昇降スローク	約 20m																			
アーム伸縮量	約 600mm																			
吊上げ荷重	約 200kg																			
駆動方式	手動操作方式																			
設計圧力	約 0.1MPa																			
使用雰囲気	アルゴンガス中、200℃																			
<div></div>																				
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）																				
原子力プラントへ製作・納入を計画中																				
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																				
<table><tr><th>適用課題</th><th>可否</th><th>備考・根拠などを定量的に)</th></tr><tr><td>放射線環境での使用</td><td>可・否</td><td>原子炉内での使用に対応した設計</td></tr><tr><td>対象までのアクセス</td><td>可・否</td><td>昇降スローク、アーム長の増加は可能</td></tr><tr><td>情報の開示・改造対応</td><td>可・否</td><td>用途に応じて改造可能や機能付加が可能</td></tr><tr><td>運転技術者の派遣</td><td>可・否</td><td>派遣可能</td></tr><tr><td>緊急時の対応</td><td>可・否</td><td>緊急時アーム折畳み機構があり取出しが可能</td></tr></table>			適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)	放射線環境での使用	可・否	原子炉内での使用に対応した設計	対象までのアクセス	可・否	昇降スローク、アーム長の増加は可能	情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じて改造可能や機能付加が可能	運転技術者の派遣	可・否	派遣可能	緊急時の対応	可・否	緊急時アーム折畳み機構があり取出しが可能
適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)																		
放射線環境での使用	可・否	原子炉内での使用に対応した設計																		
対象までのアクセス	可・否	昇降スローク、アーム長の増加は可能																		
情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じて改造可能や機能付加が可能																		
運転技術者の派遣	可・否	派遣可能																		
緊急時の対応	可・否	緊急時アーム折畳み機構があり取出しが可能																		
4. 開発すべき技術（例）																				
5. 備考																				



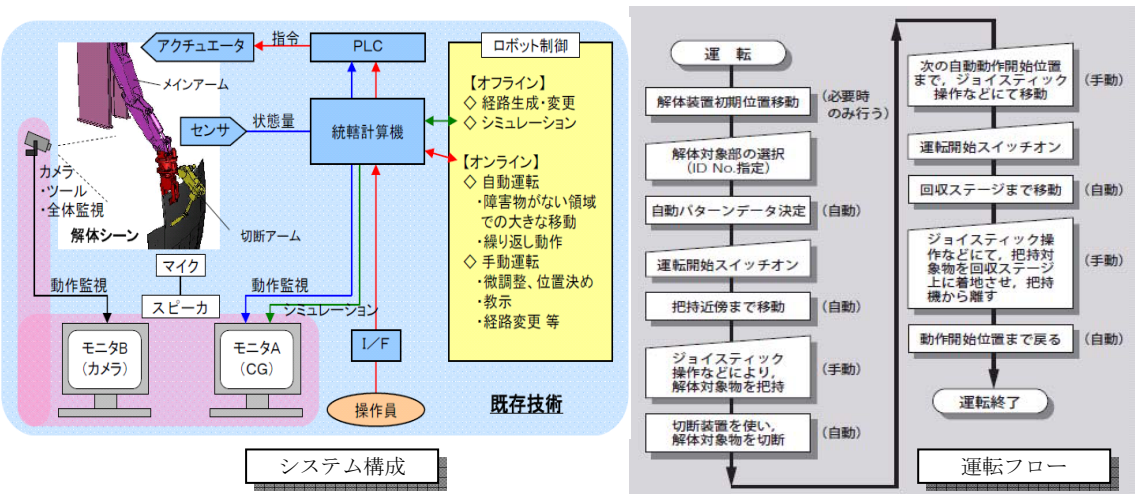
〔書式2－3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																							
分類	移動機構（制御装置含む）																						
タイトル	原子炉内観察装置																						
提案者	富士電機株式会社																						
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>原子炉内狭隘部において観察等を遠隔操作で行う装置（写真-1 参照）。</p> <p>原子炉上部燃料交換用スタンドパイプから移動機構（リンク式アーム機構）を炉内に吊り下げ、多リンクアームの屈折により観察等先端ツールを目的位置に位置決めさせる。既存装置の仕様を下表に示す。</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>自由度</td> <td colspan="2">6 リンク 10 自由度</td> </tr> <tr> <td>概略寸法</td> <td colspan="2">外径 <math>\phi</math> 200mm リンク長 1.2m</td> </tr> <tr> <td>可搬質量</td> <td colspan="2">25kg (水平張出距離 4.0m)</td> </tr> <tr> <td>運転方式</td> <td colspan="2">ティーチングプレイバック (全リンク連動)</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">単リンク運転</td> </tr> <tr> <td>制御方式</td> <td colspan="2">先端軌跡追従方式</td> </tr> <tr> <td>操作方式</td> <td colspan="2">ジョイスティック</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="850 763 1307 1386" data-label="Image"> </div> <p>写真-1 アーム及び制御装置外観</p>			自由度	6 リンク 10 自由度		概略寸法	外径 $\phi$ 200mm リンク長 1.2m		可搬質量	25kg (水平張出距離 4.0m)		運転方式	ティーチングプレイバック (全リンク連動)			単リンク運転		制御方式	先端軌跡追従方式		操作方式	ジョイスティック	
自由度	6 リンク 10 自由度																						
概略寸法	外径 $\phi$ 200mm リンク長 1.2m																						
可搬質量	25kg (水平張出距離 4.0m)																						
運転方式	ティーチングプレイバック (全リンク連動)																						
	単リンク運転																						
制御方式	先端軌跡追従方式																						
操作方式	ジョイスティック																						
<p>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）</p> <p>原子炉内鋼構造物試料採取の実績あり。</p>																							
<p>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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠などを定量的に)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>可・否</td> <td>炉内実績有り（累積線量不明）</td> </tr> <tr> <td>狭隘部への適用</td> <td>可・否</td> <td>既存装置の最大外径 <math>\phi</math> 200mm</td> </tr> <tr> <td>情報の開示・改造対応</td> <td>可・否</td> <td>要求に応じて改造可能</td> </tr> <tr> <td>運転技術者の派遣</td> <td>可・否</td> <td>派遣可能</td> </tr> </tbody> </table>			適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)	放射線環境での使用	可・否	炉内実績有り（累積線量不明）	狭隘部への適用	可・否	既存装置の最大外径 $\phi$ 200mm	情報の開示・改造対応	可・否	要求に応じて改造可能	運転技術者の派遣	可・否	派遣可能						
適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)																					
放射線環境での使用	可・否	炉内実績有り（累積線量不明）																					
狭隘部への適用	可・否	既存装置の最大外径 $\phi$ 200mm																					
情報の開示・改造対応	可・否	要求に応じて改造可能																					
運転技術者の派遣	可・否	派遣可能																					
4. 開発すべき技術（例）																							
5. 備考																							

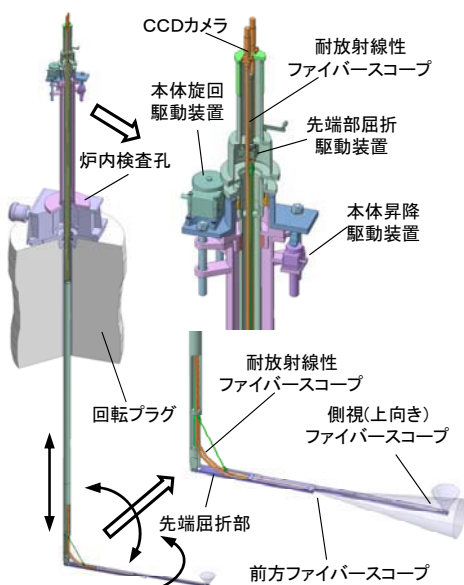
[書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ											
分類	制御装置										
タイトル	遠隔操作・制御装置										
提案者	富士電機株式会社										
1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)	<p>原子炉内の遠隔操作機器を操作・制御する装置。図-1 に原子炉遠隔解体装置にける機器の移動・位置決め制御、作業監視のシステム構成及び運転パターンの一例を示す。</p> <p>図-1 の例では複雑な移動姿勢を検証するためのオフラインシミュレーションによる経路検証、遠隔切断におけるスタンドオフ一定保持のための微い制御(ティーチングプレイバック)を特徴とする。</p> <div><p>図-1 システム構成及び運転フローの (原子炉遠隔解体装置の例)</p></div>										
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)	<p>技術実証試験の実績あり (図-1)、その他遠隔操作制御全般について国内原子力プラントにおける実績あり。</p>										
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	<table><tr><th>適用課題</th><th>可否</th><th>備考・根拠などを定量的に)</th></tr><tr><td>情報の開示・改造対応</td><td>可・否</td><td>要求に応じて改造可能</td></tr><tr><td>運転技術者の派遣</td><td>可・否</td><td>派遣可能</td></tr></table>		適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)	情報の開示・改造対応	可・否	要求に応じて改造可能	運転技術者の派遣	可・否	派遣可能
適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)									
情報の開示・改造対応	可・否	要求に応じて改造可能									
運転技術者の派遣	可・否	派遣可能									
4. 開発すべき技術 (例)											
5. 備考											

[書式2-3] セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																							
分類	作業機構（計測装置，観察機構含む）																						
タイトル	炉上部機構下面観察装置																						
提案者	富士電機株式会社																						
1．技術内容（特徴、仕様、性能など）																							
<p>炉心内部の高温，高放射線環境において，ファイバースコープ及びカメラによる観察を行う装置で，下部のアームは昇降，屈折，旋回し，ファイバースコープの移動及び障害物の回避を行い観察することが可能な装置。</p>																							
<div><table><tr><th>項目</th><th>仕様</th></tr><tr><td>寸法</td><td>直径φ100mm×全高12m ×アーム長2.1m アーム厚30mm</td></tr><tr><td>移動量</td><td>昇降0.5m，旋回±180° 屈折(下向き状態から)90°</td></tr><tr><td>駆動方式</td><td>手動ハンドルによる移動</td></tr><tr><td>設計圧力</td><td>4.9×10<sup>4</sup>Pa</td></tr><tr><td>ファイバースコープ</td><td>2対 ライト付</td></tr><tr><td>使用雰囲気</td><td>アルゴンガス中，250℃</td></tr></table><div><p>図1．観察装置の概念</p></div></div>			項目	仕様	寸法	直径φ100mm×全高12m ×アーム長2.1m アーム厚30mm	移動量	昇降0.5m，旋回±180° 屈折(下向き状態から)90°	駆動方式	手動ハンドルによる移動	設計圧力	4.9×10 <sup>4</sup> Pa	ファイバースコープ	2対 ライト付	使用雰囲気	アルゴンガス中，250℃							
項目	仕様																						
寸法	直径φ100mm×全高12m ×アーム長2.1m アーム厚30mm																						
移動量	昇降0.5m，旋回±180° 屈折(下向き状態から)90°																						
駆動方式	手動ハンドルによる移動																						
設計圧力	4.9×10 <sup>4</sup> Pa																						
ファイバースコープ	2対 ライト付																						
使用雰囲気	アルゴンガス中，250℃																						
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）																							
原子力プラント炉内観察の実績あり																							
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																							
<table><tr><th>適用課題</th><th>可否</th><th>備考・根拠などを定量的に)</th></tr><tr><td>放射線環境での使用</td><td>可・否</td><td>実績有り（累積8.77×10<sup>3</sup>Gy，200Gy/h）</td></tr><tr><td>狭隘部への適用 (壁から500)</td><td>可・否</td><td>駆動部最大寸法が約□550であり設置可能と考える</td></tr><tr><td>対象までのアクセス (上下12000 水平5000)</td><td>可・否</td><td>高さ，アーム長とも延長する必要があるが，対応は可能と考える</td></tr><tr><td>情報の開示・改造対応</td><td>可・否</td><td>用途に応じて改造可能や機能を付加することは可能</td></tr><tr><td>運転技術者の派遣</td><td>可・否</td><td>派遣可能</td></tr><tr><td>緊急時の対応</td><td>可・否</td><td>緊急時屈折開放機構があり取り出しが可能</td></tr></table>			適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)	放射線環境での使用	可・否	実績有り（累積8.77×10 <sup>3</sup> Gy，200Gy/h）	狭隘部への適用 (壁から500)	可・否	駆動部最大寸法が約□550であり設置可能と考える	対象までのアクセス (上下12000 水平5000)	可・否	高さ，アーム長とも延長する必要があるが，対応は可能と考える	情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じて改造可能や機能を付加することは可能	運転技術者の派遣	可・否	派遣可能	緊急時の対応	可・否	緊急時屈折開放機構があり取り出しが可能
適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)																					
放射線環境での使用	可・否	実績有り（累積8.77×10 <sup>3</sup> Gy，200Gy/h）																					
狭隘部への適用 (壁から500)	可・否	駆動部最大寸法が約□550であり設置可能と考える																					
対象までのアクセス (上下12000 水平5000)	可・否	高さ，アーム長とも延長する必要があるが，対応は可能と考える																					
情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じて改造可能や機能を付加することは可能																					
運転技術者の派遣	可・否	派遣可能																					
緊急時の対応	可・否	緊急時屈折開放機構があり取り出しが可能																					
4．開発すべき技術（例）																							
5．備考																							

〔書式2－3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																
分類	移動機構（作業機構、制御装置含む）															
タイトル	原子炉内狭隘環境作業用装置															
提案者	富士電機株式会社															
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>原子炉内狭隘部において観察、試料採取を遠隔操作で行う装置（写真-1 参照）。既存装置の仕様を下表に示す。</p> <p>① 狭隘部への進入、位置決め</p> <p>原子炉上部燃料交換用スタンドパイプから作業機構(リンク式アーム機構)を炉内に吊り下げ炉内構造物に着床させた後、アームの屈折により先端ツールを目的位置に位置決めさせる。</p> <p>② 先端ツール</p> <p>スピンドルの切削工具を付け替える方式のものであるが、要求に応じて設計変更対応が可能である（例：観察カメラ、放射線モニタ等）。</p> <p>③ 異常時の対応</p> <p>試料採取作業中に切削工具の噛み込みによって作業継続が困難になった場合、工具を切り離し、アーム機構を閉じて炉外に回収することが可能である。</p> <table border="1"> <tr> <td>概略寸法</td> <td>φ310mm×3000mm, 昇降ストローク約12m</td> </tr> <tr> <td>自由度</td> <td>全体昇降, 旋回, アーム昇降(各1), 屈折(2)</td> </tr> <tr> <td>先端工具</td> <td>ドリル, ホールソー, 小型ディスクソー</td> </tr> </table>		概略寸法	φ310mm×3000mm, 昇降ストローク約12m	自由度	全体昇降, 旋回, アーム昇降(各1), 屈折(2)	先端工具	ドリル, ホールソー, 小型ディスクソー									
概略寸法	φ310mm×3000mm, 昇降ストローク約12m															
自由度	全体昇降, 旋回, アーム昇降(各1), 屈折(2)															
先端工具	ドリル, ホールソー, 小型ディスクソー															
<p>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）</p> <p>原子炉内鋼構造物試料採取の実績あり。</p>																
<p>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</p> <table border="1"> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠などを定量的に)</th> </tr> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>○可・否</td> <td>炉内実績有り(延べ工期約2ヶ月 累積線量不明)</td> </tr> <tr> <td>狭隘部への適用</td> <td>○可・否</td> <td>既存装置の最大外径 φ310mm</td> </tr> <tr> <td>情報の開示・改造対応</td> <td>○可・否</td> <td>要求に応じて改造可能</td> </tr> <tr> <td>運転技術者の派遣</td> <td>○可・否</td> <td>派遣可能</td> </tr> </table>		適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)	放射線環境での使用	○可・否	炉内実績有り(延べ工期約2ヶ月 累積線量不明)	狭隘部への適用	○可・否	既存装置の最大外径 φ310mm	情報の開示・改造対応	○可・否	要求に応じて改造可能	運転技術者の派遣	○可・否	派遣可能
適用課題	可否	備考・根拠などを定量的に)														
放射線環境での使用	○可・否	炉内実績有り(延べ工期約2ヶ月 累積線量不明)														
狭隘部への適用	○可・否	既存装置の最大外径 φ310mm														
情報の開示・改造対応	○可・否	要求に応じて改造可能														
運転技術者の派遣	○可・否	派遣可能														
4. 開発すべき技術（例）																
5. 備考																



写真-1 作業機構外観

## [書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ																									
分類移動装置	計測機器に関連する技術																								
タイトル	放射線管理システム (格納容器内エリアモニタ)																								
提案者	中島 定雄																								
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>本モニタは、冷却材喪失事故 (LOCA) 後に格納容器内に発生する高放射線レベルを測定することができる装置です。従って高温高湿度の中でも安定して動作します。</p> <p>LOCA 条件: 温度 171 °C, 圧力 178 mmAq, 湿度 100 %</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>&lt;外観写真&gt;</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>&lt;機器仕様&gt;</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>測定線種</th> <th>(X)線</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2) 検出器</td> <td></td> <td>電離箱検出器</td> </tr> <tr> <td>3) 測定範囲</td> <td></td> <td>10-2 ~ 105 Sv/h</td> </tr> <tr> <td>4) 指示誤差</td> <td></td> <td>± 5 %FS (ref. 137Cs)</td> </tr> <tr> <td>5) エネルギー特性</td> <td></td> <td>± 20 % (80 keV ~ 1.3 MeV, ref. 137Cs)</td> </tr> <tr> <td>6) 温度特性</td> <td></td> <td>± 4 % (ref. 10 °C, 耐 LOCA 条件)</td> </tr> <tr> <td>7) 外形寸法</td> <td></td> <td>約 ø89 × L290 mm</td> </tr> <tr> <td>8) 質量</td> <td></td> <td>約 5 kg</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>			測定線種	(X)線	2) 検出器		電離箱検出器	3) 測定範囲		10-2 ~ 105 Sv/h	4) 指示誤差		± 5 %FS (ref. 137Cs)	5) エネルギー特性		± 20 % (80 keV ~ 1.3 MeV, ref. 137Cs)	6) 温度特性		± 4 % (ref. 10 °C, 耐 LOCA 条件)	7) 外形寸法		約 ø89 × L290 mm	8) 質量		約 5 kg
	測定線種	(X)線																							
2) 検出器		電離箱検出器																							
3) 測定範囲		10-2 ~ 105 Sv/h																							
4) 指示誤差		± 5 %FS (ref. 137Cs)																							
5) エネルギー特性		± 20 % (80 keV ~ 1.3 MeV, ref. 137Cs)																							
6) 温度特性		± 4 % (ref. 10 °C, 耐 LOCA 条件)																							
7) 外形寸法		約 ø89 × L290 mm																							
8) 質量		約 5 kg																							
<p>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)</p> <p>東京電力(株)福島第一原子力発電所 (日立殿経由で納入)</p> <p>東京電力(株)福島第二原子力発電所 (同上)</p> <p>中国電力(株)島根原子力発電所 (同上) 他</p>																									
<p>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</p> <p>既に導入済みであり、冷却材喪失事故 (LOCA) を想定して設計・製作をしている。</p>																									
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p>																									
<p>5. 備考</p>																									



〔書式2－3〕セッション2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類	設計技術（作業装置，工具）
タイトル	水圧ロボット・機器の設計技術
提案者	大道武生
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>・ <b>特徴</b></p> <p>液圧機器は，清浄・頑強で，コアサンプリング，補修等の重作業に適する。</p> <p>制御盤からの長距離離れた作業が可能 （油圧では配管が太くなり機動性低下，汚染リスク有） 機能評価用シミュレータを開発（添付資料1）</p> <p>・ <b>設計可能仕様（水圧ロボット）</b></p> <p>負荷：10kN程度まで（図1は0.4kNの例，添付資料2）</p> <p>位置決め精度：1mm以上（繰り返し）</p> <p>速度：0.5－1 m/sec</p> <p>距離：100m程度（配管径 3-4mm）</p> <p>・ <b>設計可能仕様（小流量・低リークサーボ弁）</b></p> <p>リーク量：油圧サーボ弁以下</p> <p>応答性 100-200rad/sec</p>	
<p>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）</p> <p>NDEO プロジェクトで開発．モックアップ試験までで，実プラント適用は無．設計上の問題は，解決出来たと考える．</p>	
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 重作業機器，周辺環境を汚染しない清浄性，耐水性が高い．</li> <li>・ 耐放射線対応の柔軟性が高い（機能と耐放射線性の両立）</li> </ul>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>機器に要求される具体的仕様に基づく設計具体化と信頼性検証が必要</p>	
<p>5. 備考</p> <p>サーボ弁の耐放射線設計（別途提案）に基づき，サーボ弁のロボット搭載が可能であれば，機動性は大幅に高くなる．</p>	

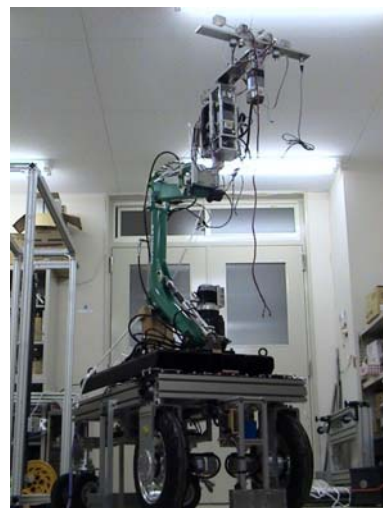


図1 水圧マニピュレータ



図2 水圧サーボ弁

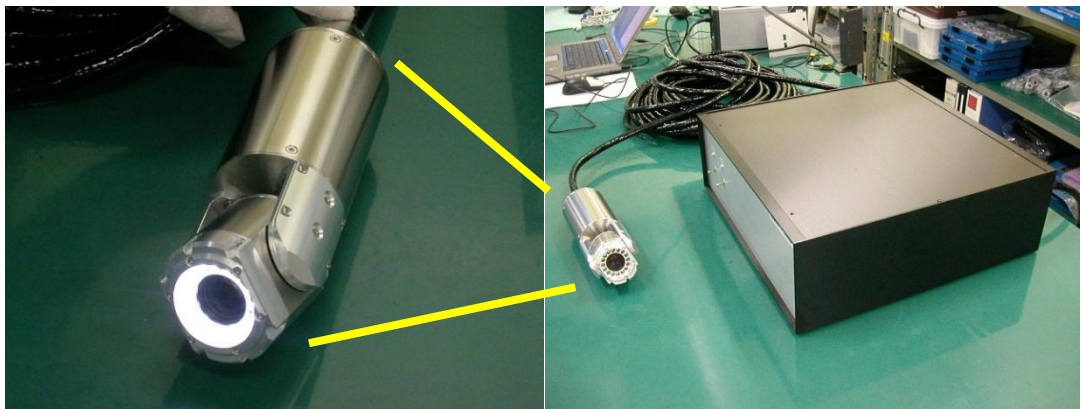


〔書式 2－3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類	設計技術（遠隔操作機器のすべてに適用可能）
タイトル	耐放射線ロボットの設計法
提案者	大道武生
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>(1)課題：耐放射線デバイス（素子）の研究は多いが、耐放射線ロボットの設計法がない。 提案の耐放射設計は、様々な作業状況（費用、調達の実現性）に対応できる体系的設計と冗長系の設計手法を提供する。（添付資料 1）</p> <p>(2)体系的設計手法（100-1000Gy 目途）：耐放射線寿命を予測し、故障前に交換。</p> <p>①耐放射線を考慮した階層システムと回路構成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・注目デバイス、観察デバイス、一般デバイスの仕分け階層化。  <u>注目デバイス</u>：故障がロボット機能を即時に停止させるもの（マイコン等）。            観察デバイス：徐々に機能が劣化するもの（画像センサー等）            非注目デバイス：注目 IC に対して耐放射線が高いと判断されるもの。</li> <li>・<u>注目デバイス数の最小化</u>：耐放射線評価費用の最小化。<u>設計時間の極小化</u>。</li> </ul> <p>②構造材設計（既存データの活用）</p> <p>③素子の混在設計手法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・注目と非注目デバイスの混在設計法（集積度とクロック速度を用いて設計）。</li> <li>・非注目デバイス：<u>放射線試験を実施せず適用</u>。</li> <li>・注目デバイス：射線特性試験を実施し、耐放射線性の統計的評価を実施。</li> </ul> <p>④注目デバイスの耐放射線実施・評価手法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・統計処理による寿命予測。</li> </ul> <p>⑤より高い耐放射線 IC の設計法等（<math>10^3</math>–<math>10^4</math> 目途）（添付資料 2）：開発提案</p>	
<p>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）</p> <p>JCO 事故対応ロボット設計に一部適用（三菱重工ロボット）</p>	
<p>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</p> <p>放射線環境が特定できない状況で投入される遠隔装置では、多様な即時的対応が必要とされる。したがって、耐放射線機器設計を体系化しておくことは、必須となる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>注目デバイス（IC）の耐放射線性のデータの取得と統計的評価を実施。</p>	
<p>5. 備考</p> <p>設計手法として提供可能。妥当性は JCO 事故対応ロボット（三菱重工）データで評価。</p> <p>添付資料 1：Practical design of robots operating in radiation environments</p>	

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	S/C 下部外面調査ロボット、ベント管-D/W 接合部調査ロボット
タイトル	格納容器漏えい個所点検カメラ
提案者	明星電気株式会社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>本装置は、調査ロボット先端等に検出部（点検ヘッド）を搭載し、トーラス室内の濁水中で微量な水の漏えいを画像で検知し、漏えい個所を特定するための点検カメラである。さらに既設の水中にも対応のγ線検出器を付加し漏えい個所の特定にも流用可能な拡張型カメラである。なお、カメラ素子は、100万画素、モノクロ仕様となっています。</p> <p>構成：点検ヘッド：1台（カメラ首振り機能、投光機能、オプションとしてγ線検出） カメラ用ケーブル：1式 カメラ制御装置（PC含む）：1式</p> <div data-bbox="252 999 1337 1406">  </div>	
<p>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）</p> <p>核燃料サイクル開発機構(現 独立行政法人 日本原子力研究開発機構)に納入実績あり</p>	
<p>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</p> <p>本カメラは、耐放射線性能を有してカメラ首振り及び投光機能があり、核燃料サイクル開発機構に溶解槽点検用として納入した実績ある。また環境条件もほぼマッチしていることから流用可能と考える。</p> <p>技術的な課題として、水蒸気等が充満している環境下では、水蒸気により視野がかなり狭まることが予想され、投光による乱反射などを考慮する必要がある。</p>	

#### 4. 開発すべき技術（例）

潜在的な放射線耐性は 100krad であるが、さらに長期間使用可能にするために使用部品の耐放射線強化が可能である。また、現在、カメラの首振り機能は、1 軸（エレベーション方向）であるが、使用環境によっては、2 軸（アジマス、エレベーション）に拡張する必要がある。投光器は、白色 LED であるが、水蒸気等の乱反射などの環境下での流用を考えると使用する LED 色を霧よけライト仕様にすることも可能である。逆にカメラの首振り機能等を削除すれば、さらなる小型化、安価が可能になる。

#### 5. 備考

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ		
分類	移動機構、作業機構	
タイトル	マルチ・セグメント・アーム	
提案者	AREVA NC JAPAN PROJECTS（株）	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
マルチ・セグメント・アームは多関節をもち、リモートコントロールによって狭隘部を経由してパイプなどの点検補修作業を実施する機構である。		
・ロボットの特徴：		
- 耐放射線 最大 10kGy		
- 事前のシミュレーションと 3D ツールによるモニタにより、窓やカメラがなく中を見ることができないアクティブセルでの作業が可能		
- 直径約 150mm の開口部から通過可能		
- 壁の後方に1m 強の通路があれば設置可能		
		
		アーム展開時
		
		ホットセル内 3D シミュレーション
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）		
ラ・アーグのハイアクティブセルで蒸気発生器の背面の点検や修復（溶接）に使用実績あり。		
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		
複雑な配管や散乱した破損物によってアクセス困難な現場で高い効果を発揮できる。		
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	実績あり
高温環境(60℃)での使用	Ⓐ・否	
ペDESTAL内へのアクセス	Ⓐ・否	ペネトレーションよりアクセス可
改造対応	Ⓐ・否	用途に応じた改造が可能
運転・運用技術者の派遣	Ⓐ・否	
4. 開発すべき技術（例）		
本装置導入前に作業エリアのシミュレーションを要する。		
5. 備考		

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																				
分類	移動機構																			
タイトル	スネーク・アーム																			
提案者	AREVA NC JAPAN PROJECTS（株）																			
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>スネーク・アームはフレキシブルな関節を持ち、連続する小径開口部を経由して対象部にアクセスすることが可能なリモート・コントロール・ロボットである。</p> <div data-bbox="523 658 1094 1077" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">スネーク・アームのデモンストレーション</p>																				
<p>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）</p> <p>マルクールの原子力施設用に開発され、現時点では未使用である。</p>																				
<p>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</p> <p>複雑な配管や散乱した破損物によってアクセス困難な現場で高い効果を発揮できる。</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など(定量的に)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>Ⓐ・否</td> <td></td> </tr> <tr> <td>高温環境(60℃)での使用</td> <td>Ⓐ・否</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペDESTAL内へのアクセス</td> <td>条件付</td> <td>改造の実施により対応できると考える</td> </tr> <tr> <td>改造対応</td> <td>Ⓐ・否</td> <td>用途に応じた改造が可能</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td>Ⓐ・否</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			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		高温環境(60℃)での使用	Ⓐ・否		ペDESTAL内へのアクセス	条件付	改造の実施により対応できると考える	改造対応	Ⓐ・否	用途に応じた改造が可能	運転・運用技術者の派遣	Ⓐ・否	
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																			
高温環境(60℃)での使用	Ⓐ・否																			
ペDESTAL内へのアクセス	条件付	改造の実施により対応できると考える																		
改造対応	Ⓐ・否	用途に応じた改造が可能																		
運転・運用技術者の派遣	Ⓐ・否																			
<p>４．開発すべき技術（例）</p>																				
<p>５．備考</p>																				

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ		
分類	移動機構、作業機構	
タイトル	イン・パイプ・マニピュレータ	
提案者	AREVA NC JAPAN PROJECTS（株）	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
イン・パイプ・マニピュレータは配管内部の調査やメンテナンスを目的とした装置で、配管内部にアクセスして以下の測定や作業を実施できる。		
<ul style="list-style-type: none"><li>・異径配管（海水配管や埋設配管等）の調査（画像、超音波、渦電流）及び異物除去</li><li>・内径 50～900mm のパイプ内やノズル部の溶接</li><li>・主蒸気ノズル等における円周状／局所研磨、染色浸透探傷試験</li><li>・気中や水中での凹凸表面やパイプ表面のサンプリング</li></ul>		
<div></div>		
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）		
ラ・アーグ再処理施設にて使用実績あり。		
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		
複雑な配管や散乱した破損物によってアクセス困難な現場で高い効果を発揮できる。		
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	実績あり
高温環境（60℃）での使用	㊦・否	
ペDESTAL内へのアクセス	条件付	ペDESTAL内に至る配管があれば可
改造対応	㊦・否	用途に応じた改造が可能
運転・運用技術者の派遣	㊦・否	
4. 開発すべき技術（例）		
5. 備考		







〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																				
分類	移動機構、作業機構																			
タイトル	小型多目的ユニット																			
提案者	AREVA NC JAPAN PROJECTS（株）																			
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）	<p>本装置はエア・ダクト内除染作業用に開発された小型装置である。装着ツールを換装することにより、シンプルな機構で様々な調査や作業に対応できる。</p> <p>・用途</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>狭隘部の調査や局所的な作業</li> </ul> <p>・装着ツール</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ブラシ、吸引口、カメラ、放射線測定器…等</li> </ul>																			
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）	<p>マルクールの再処理施設にて使用実績あり。</p> <p>ベンチレーション・ダクト内に硝酸ウランが結晶化して堆積した際、ダクト内部の調査と硝酸ウラン粉末の吸引回収に使用した。</p> <p>この作業エリアの雰囲気線量は 1 Gy/h と高く、本装置の高い耐放射線性能が確かめられた。</p>																			
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	<p>複雑な配管や散乱した破損物によってアクセス困難な現場で高い効果を発揮できる。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など(定量的に)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>Ⓐ 否</td> <td>実績あり</td> </tr> <tr> <td>高温環境(60℃)での使用</td> <td>Ⓐ 否</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペDESTAL内へのアクセス</td> <td>可 Ⓐ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>改造対応</td> <td>Ⓐ 否</td> <td>用途に応じた改造が可能</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td>Ⓐ 否</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		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	実績あり	高温環境(60℃)での使用	Ⓐ 否		ペDESTAL内へのアクセス	可 Ⓐ		改造対応	Ⓐ 否	用途に応じた改造が可能	運転・運用技術者の派遣	Ⓐ 否	
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	実績あり																		
高温環境(60℃)での使用	Ⓐ 否																			
ペDESTAL内へのアクセス	可 Ⓐ																			
改造対応	Ⓐ 否	用途に応じた改造が可能																		
運転・運用技術者の派遣	Ⓐ 否																			
4. 開発すべき技術（例）																				
5. 備考																				

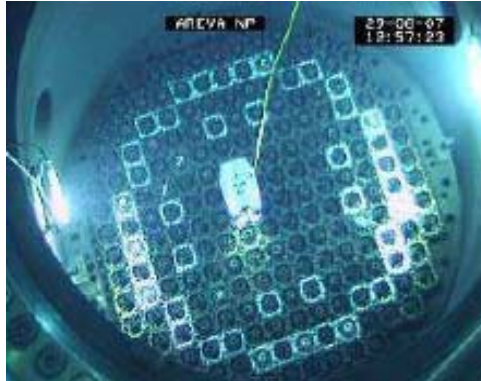


[書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術) 用

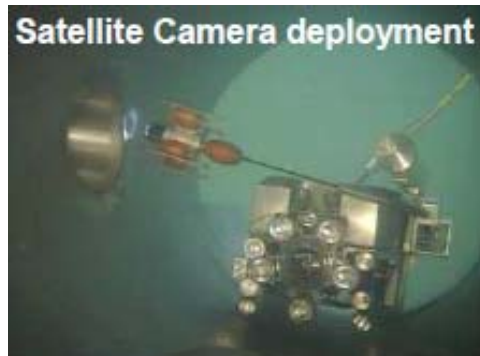
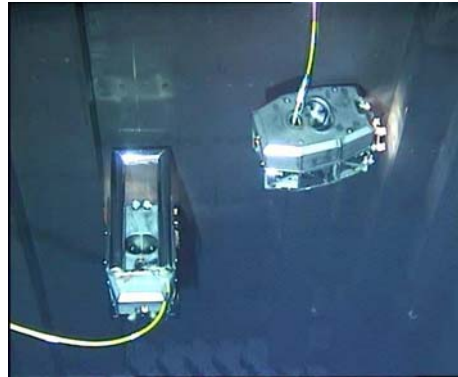
技術カタログ	
分類移動装置	水中移動・プロベラ式
タイトル	SUSI 420 型
提案者	AREVA NC Japan Projects (株)
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>SUSI(Submarine System for Inspections)は原子炉の定期検査時の水中作業用に開発されたロボットである。主に RPV での目視調査、測定、軽補修に活用されている。SUSI タイプのロボットは様々であり、ヨーロッパでの実績は豊富である。</p> <p>SUSI 420 型は以下の部分から成る:</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;">  </div> </div> <p>SUSI ロボットには以下のアクセサリーが取付可能である:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>耐放射能線カメラ: 対応水温: 0~50℃ 対応水圧: 3bar. 耐放射能線: 25kGy/h、積算 2500kGy 360 度回転可能</li> <li>カメラ</li> <li>グリップ: 異物の取り出しや軽作業に活用できる。</li> <li>吸引装置: 吸引流量: 20~260 L/min。異物の吸い取り用。</li> <li>超音波探知機、衛星カメラ、調査用レーザー、線量計、等。</li> <li>一般的な電源供給。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">   </div>	

## 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）

ヨーロッパの PWR 及び BWR 原子炉で頻繁的に使われている。（フランス、ドイツ、スウェーデン、ベルギー、スペイン、オランダ、スイス、スロベニア、中国、ブラジル、米国での実績有）



RPV で作業中の SUSI ロボット。



衛星カメラ作動中の SUSI ロボット。

## 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

SUSI ロボットは高線量・水中での調査・補修用に開発されたロボットであり、AREVA がメンテナンスを行っているプラントで幅広く使われている。

福島第一原子力発電所1～4号機で PCV 及び RPV の調査や補修が必要となる。本ロボットは商品化されているため、すぐに適用可能である。

また、原子炉に限らず、使用済み燃料プール(SFP)の調査等にも活用可能だと考える。

## 4. 開発すべき技術（例）

使用目的によって道具の開発可能(グリップ、カメラ等)

## 5. 備考

[書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	水中ロボットアーム
タイトル	RPV 解体用水中ロボットアーム
提案者	AREVA NC Japan Projects (株)
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>RPV の解体作業用に開発中のロボットアームである。使用済み燃料プール(SFP)での作業にも適用可能である。</p> <p>仕様:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 耐水性: 水深 10m</li> <li>・ 負荷荷重: 水中で 200kg</li> <li>・ ロボットアームの作業範囲: 2.5~3m</li> <li>・ 耐薬品性: 水、除染用の液体等</li> </ul> <p>技術仕様:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目視制御</li> <li>・ 容易に除染可能</li> <li>・ マスター/スレイブ制御</li> <li>・ フォース/モーメント負荷のモニタリング</li> <li>・ 常時復帰可能</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <p>ロボットアームの3D モデル</p> <p>適用箇所の例: SFP</p> </div>	
<p>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)</p> <p>2014 年を目標に開発中。開発後は AREVA 施設で活用される。</p>	
<p>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</p> <p>水中ロボットアームは RPV の解体用に開発されたため、高線量・水中、等の厳しい作業環境に対応可能であり、福島第一原子力発電所でも適用できると考える。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p>	
<p>5. 備考</p>	

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																				
分類	位置決め機構、制御装置																			
タイトル	遠隔操作対応キャパシティブ・ロボットアーム																			
提案者	AREVA NC JAPAN PROJECTS（株）																			
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）	<p>本装置はD&amp;Dシナリオにおける洗浄や解体フェーズで実績があるリモートコントロールアームである。通常は天井やサポートフレームに設置するが、アーム先端をリモートキャリアに取り付けることによって、作業や測定の他に物品や工具の移動等にも適用できる。</p> <p>アーム長は3～4mで5、6自由度あり、以下の機器を先端に取り付けて実際に作業や測定を行う。</p> <p>測定機器：ガンマカメラ、カメラ、Scan 3D、放射能測定器            工作機器：カッティング、ウォータージェット、コアリング、ブラッシング、保持装置            化学ツール：ジェル除染、フォームスプレー除染</p>																			
	 <p>ハイアクティブ用ロボットアーム (KUKA)</p>																			
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）	<p>マルクールの施設解体にて実績あり。</p>																			
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	<table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など(定量的に)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>可・否</td> <td>実績あり</td> </tr> <tr> <td>高温環境(60℃)での使用</td> <td>可・否</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペDESTアル内へのアクセス</td> <td>可・否</td> <td></td> </tr> <tr> <td>改造対応</td> <td>可・否</td> <td>用途に応じた改造が可能</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td>可・否</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		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	実績あり	高温環境(60℃)での使用	可・否		ペDESTアル内へのアクセス	可・否		改造対応	可・否	用途に応じた改造が可能	運転・運用技術者の派遣	可・否	
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	実績あり																		
高温環境(60℃)での使用	可・否																			
ペDESTアル内へのアクセス	可・否																			
改造対応	可・否	用途に応じた改造が可能																		
運転・運用技術者の派遣	可・否																			
4. 開発すべき技術（例）																				
5. 備考																				



〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ																				
分類	位置決め機構、制御装置																			
タイトル	精密作業用マスター／スレイブ・ロボットアーム																			
提案者	AREVA NC JAPAN PROJECTS (株)																			
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）	<p>本装置は精密作業が可能なロボットアームで、マスターアームとスレイブアームから構成される。マスターアームを作業員が遠隔地で操作すると、作業エリアに設置されたスレイブアームが実際に作業を行う。このとき、フォース・フィードバック・テクノロジーによりスレイブアームの動きや負荷がマスターアームに反映される。また、以下の特徴がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- コンピュータ・アシスト・テレロボティクス(CATO)とリモートコントロールの融合による精密動作</li> <li>- 電子部品の耐放射線性: 最大 10kGy</li> <li>- 積載荷重: 最大 80kg → 様々な機器をアームに取り付け可能</li> </ul>																			
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）	ラ・アーグ再処理工場の溶解アトリエにて使用中である。																			
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	<table border="1"> <thead> <tr> <th>適用課題</th> <th>可否</th> <th>備考・根拠など(定量的に)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>放射線環境での使用</td> <td>Ⓐ・否</td> <td>実績あり</td> </tr> <tr> <td>高温環境(60℃)での使用</td> <td>Ⓐ・否</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ペデスタル内へのアクセス</td> <td>可・Ⓐ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>改造対応</td> <td>Ⓐ・否</td> <td>用途に応じた改造が可能</td> </tr> <tr> <td>運転・運用技術者の派遣</td> <td>Ⓐ・否</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		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	実績あり	高温環境(60℃)での使用	Ⓐ・否		ペデスタル内へのアクセス	可・Ⓐ		改造対応	Ⓐ・否	用途に応じた改造が可能	運転・運用技術者の派遣	Ⓐ・否	
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	実績あり																		
高温環境(60℃)での使用	Ⓐ・否																			
ペデスタル内へのアクセス	可・Ⓐ																			
改造対応	Ⓐ・否	用途に応じた改造が可能																		
運転・運用技術者の派遣	Ⓐ・否																			
4. 開発すべき技術（例）																				
5. 備考																				





[書式2-3] セッション2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	クローラーユニット
タイトル	高線量耐久遠隔操作 クローラーユニット
提案者	AREVA NC Japan Projects (株)
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>AREVA/CEA とその協力会社は高線量環境での作業用の特殊なニーズに答える特殊な遠隔操作のクローラーユニットを開発している。</p> <p>移動装置に除染器具(ブラシ)や調査器具(ガンマカメラ、遠隔計測器)を搭載し、遠隔操作で高線量の現場にアクセスして作業を行う。</p> <p>仕様:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・対放射線性: 数 kGy/h、積算で 100kGy。</li> <li>・出力: 140W(70W のモーター2台)。</li> <li>・移動速度: 0~10m/min。</li> <li>・重量: モデルによって 5~20kg。</li> <li>・一般的な電源供給。</li> <li>・オプションで 5bar まで耐水可。</li> </ul>	
<p>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)</p> <p>CEA のマルクールサイトの不可視セルのデコミショニング(D&amp;D)用に AREVA/CEA が共同開発したクローラーユニットである。</p> <div data-bbox="264 1128 671 1211" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">クローラー部分</p> <p>一般的にはビデオカメラ、γカメラ、遠隔計測器が搭載されている。</p> <div data-bbox="264 1312 515 1541" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">通常モデル</p> <div data-bbox="719 1350 983 1547" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">遮蔽付き頑丈モデル</p> <p>調査用でなく、メンテナンス用に改造されたブラシ付き耐放射能性ロボット。</p> <div data-bbox="248 1641 488 1854" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">ブラシ付きクローラー</p>	

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

原子力プラント用途に実績あり。作業に合わせて専用の装置を製造するため、福島第一原子力発電所での適用箇所(配管内等)は豊富だと考える。様々な作業に幅広く対応可能と考える。

特に高線量エリアの除染・調査や補修道具を運搬する際に活用できると思われる。

4. 開発すべき技術 (例)

必要に応じて改造・道具の開発可。

5. 備考

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	TV 検査
タイトル	遠隔操作検査機 ARIANE
提案者	ONET TECHNOLOGIES
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）	
保全分類機器用 TV 検査向け遠隔操作検査機 ARIANE	
	
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）	
フランス国内原子力発電所	

## 3. 福島第一原子力発電所への適応可と考える根拠、技術的課題

放射線環境での TV 検査向け遠隔操作検査機

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	使用目的向けに設計
高温環境(60°C)での使用	可	使用目的向けに設計
ペDESTAL内へのアクセス	可	
燃料デブリ位置/性状調査	可	
技術情報の公開・改造対応	可	
運転・運用技術者の派遣	可	

## 4. 開発すべき技術（例）

## 5. 備考

[書式 2 - 3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	TV 検査
タイトル	カメラ
提案者	ONET TECHNOLOGIES
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>カメラ : 原子炉容器用複数検査カメラ(CT 121、 DTR 65、 VS 340)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>カメラ CT 121</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>カメラ DTR 65 HRC (F)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: left;"> <p>高線量対応 ヘッド交換式カメラ VS 340 N</p> </div> </div>	
<p>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)</p> <p>フランス国内原子力発電所</p>	

## 3. 福島第一原子力発電所への適応可と考える根拠、技術的課題

遠隔操作 TV 検査システム用カメラ

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	使用目的向けに設計
高温環境(60℃)での使用	可	使用目的向けに設計
ペDESTAL内へのアクセス	可	
燃料デブリ位置/性状調査	可	
技術情報の公開・改造対応	可	
運転・運用技術者の派遣	可	

## 4. 開発すべき技術（例）

## 5. 備考



[書式 2 - 3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	TV 検査
タイトル	CHATV 検査機
Proposer	ONET TECHNOLOGIES
1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)	
CHATV 検査機 : 原子炉容器底進入検査の遠隔操作検査機 6 台	
	
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)	
フランス国内原子力発電所	

## 3. 福島第一原子力発電所への適応可と考える根拠、技術的課題

放射線環境での遠隔操作 TV 検査用システム

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	使用目的向けに設計
高温環境(60℃)での使用	可	使用目的向けに設計
ペDESTAL内へのアクセス	可	
燃料デブリ位置/性状調査	可	
技術情報の公開・改造対応	可	
運転・運用技術者の派遣	可	

## 4. 開発すべき技術（例）

## 5. 備考

[書式 2-3] セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	TV 検査
タイトル	NAJA III ロボット
提案者	ONET TECHNOLOGIES
1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)	
NAJA III : 原子炉容器蓋のキャノピーシール部用 TV 検査向け遠隔操作機	
  	

<p>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）</p> <p>フランス国内原子力発電所</p>																					
<p>3. 福島第一原子力発電所への適応可と考える根拠、技術的課題</p> <p>汚染区域での遠隔 TV 検査</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">適用課題</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">可否</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">備考・根拠など（定量的に）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">放射線環境での使用</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">可</td> <td style="padding: 5px;">使用目的向けに設計</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">高温環境(60℃)での使用</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">可</td> <td style="padding: 5px;">使用目的向けに設計</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">ペDESTAL内へのアクセス</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">可</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">燃料デブリ位置/性状調査</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">可</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">技術情報の公開・改造対応</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">可</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">運転・運用技術者の派遣</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">可</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>	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	使用目的向けに設計	高温環境(60℃)での使用	可	使用目的向けに設計	ペDESTAL内へのアクセス	可		燃料デブリ位置/性状調査	可		技術情報の公開・改造対応	可		運転・運用技術者の派遣	可	
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	使用目的向けに設計																			
高温環境(60℃)での使用	可	使用目的向けに設計																			
ペDESTAL内へのアクセス	可																				
燃料デブリ位置/性状調査	可																				
技術情報の公開・改造対応	可																				
運転・運用技術者の派遣	可																				
<p>4. 開発すべき技術（例）</p>																					
<p>5. 備考</p>																					

〔書式２－３〕セッション２（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術）用

技術カタログ	
分類移動装置	燃料と残骸破片の回収前にアクセスを整備
タイトル	大型遠隔操作アーム
提案者	Onet Technologies
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>アームは通路を整地するために使用。大きな残骸も切断する。 アーム可搬は1トン、拡張10m。 アームは、3軸レスト（手首）の支持により改良された。レスト部分にコンクリートのステッチング、切断、廃棄物回収容器などを取り付けた。  自動器機変換。</p>  <p>3 軸レストおよびスタンダードツール  アーム</p> 	
<p>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） マルクール原子力地区のフランス初の再処理工場解体。</p>	

## 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

適応課題	可否	備考
放射線環境での使用	可	設計により100kGy まで義務付け
高温環境での使用	可	-10 から 60°Cまで
人的介入なしのアクセス	可	機器は、遠隔操作リフトや機械に取り付け可能。 人的介入なしにツール変更
TV検査	可	アーム上に耐放射線カメラとプロジェクター設置

## 4. 開発すべき技術（例）

特定のキャリアー、または一点での連結。

## 5.備考



〔書式 2－3〕 セッション 2（格納容器の遠隔操作等の走行機器  
や計測機器に関連する技術） 用

技術カタログ	
分類移動装置	燃料デブリと残骸破片の回収
タイトル	ダブルアーム遠隔操作機器
提案者	Onet Technologies
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>通路を整地するために使用する機器。大きな破片も切断可能。凝固した炉心溶融物を切断、燃料デブリやその他残骸の破片を直接回収できる。</p> <p>ダブルアーム：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>右アームはデクスター</li> <li>左アームは右より劣る</li> <li>左アームが対象物を押さえ、右アームで切断する。</li> </ul> <p>両アームは伸縮式の支柱上に取り付けられており、6 m の範囲で動かすことができる。本体はレールの上を移動する。機器自体が前にレールを敷き、その上を前進する。 廃棄物コンテナも機器に接合でき、同じレール上を移動する。</p> <p>水中または空中での作業</p> <p>右アームの特徴：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>様々な切断器具や除染機器の操作可能。</li> <li>ツールの自動交換。</li> <li>6 軸+リストの連続回転機能つき。</li> <li>耐久性に優れ、メンテナンスが容易。</li> <li></li> </ul>  <p>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）</p> <p>右アームは市場に出ていたものを適応させた器具である。15 年前から年間 150 体ペースで製造され、従来</p>	

の工業界で抜群の経験を有す。

### 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

適応課題	可否	備考
放射線環境での使用	可	設計により100kGy まで義務付け
高温環境での使用	可	10 から 60℃まで
人の介入なしのアクセス	可	装置は器機自体が敷くレールの上を移動する
TV検査	可	支柱上に耐放射線カメラとプロジェクター設置

### 4. 開発すべき技術（例）

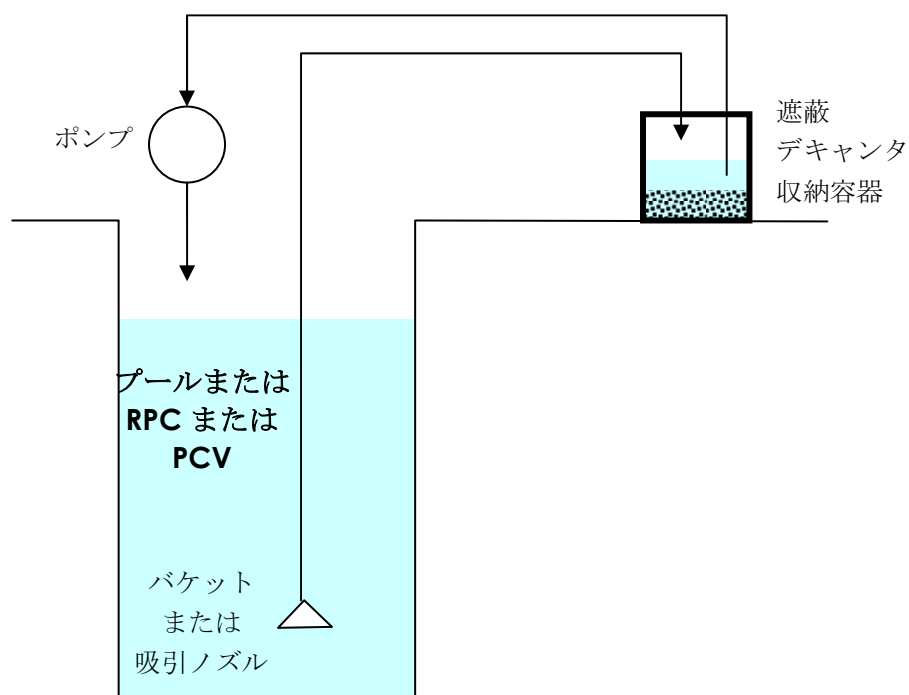
### 5. 備考

〔書式 2-3〕 セッション 2 (格納容器の遠隔操作等の走行機器

や計測機器に関連する技術) 用

技術カタログ	
分類移動装置	燃料デブリの取り出し
タイトル	吸引取り出し
提案者	Onet Technologies

## 1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）



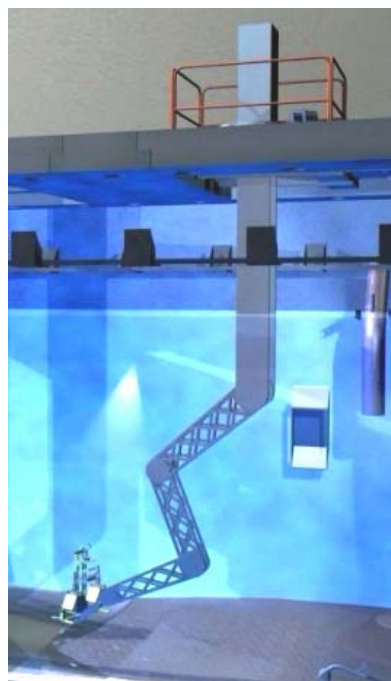
取り出しデブリ対応吸引ノズル

デキャンタ収納容器

デキャンタ収納容器へ  
続く被覆管

操作アーム

バケット



## 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）

2011 年ハーグで、907 号室プールの燃料被覆管、泥、破損物の取り出し

## 3. 福島第一原子力発電所への適応可と考える根拠、技術的課題

適用課題	可否	備考・根拠など
放射線環境での使用	可	放射線領域下で活性要素または電子機器無し
高温環境での使用	可	10 から 80℃
人的介入なしのアクセス	可	遠隔操作エンジンによる設置可。吸引ノズルはアームまたは遠隔キャリア操作。バケットはアーム操作。
TV検査	可	放射能耐性カメラおよび吸引ノズル、バケットプロジェクト。
小開口部へのアクセス	可	80x80cm の開口部を通るアームの到達距離20m。

## 4. 開発すべき技術（例）

アクセス面の改良、水とデキャンタ収納容器の高度ディファレンシャル

## 5. 備考