

〔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	高濃度汚染水中の放射性廃棄物の回収技術
提案者	露木 尚光
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>本申請の技術は高濃度汚染水中のセシウム（Cs）、ストロンチウム（Sr）を凝集沈殿して取り除く方法である。勿論、低濃度汚染水でも可能である。</p> <p>私が開発した方法は、独自に試作製造した「ケイ素含有水溶液」によるものである。したがって、この溶液は市場には出ていないものであり、全く別な目的のために試作製造していたもので、たまたま、この除染に適用してみたところ、抜群の効果を発揮したので申請した。</p> <p>CsClの水溶液、2900mg/L の濃度300mlを準備し、これに「ケイ素含有水溶液」を60ml混合して攪拌した後、アルカリを投入して静置した。その結果、二相に分離するので沈殿を回収することが可能になった。同様に、CsClとSrCl<sub>2</sub>・6H<sub>2</sub>Oの共存溶液にも同様な方法で実験した。</p> <p>その結果、</p> <p>（１） Csの初期濃度 2900mg/L が 2100mg/L に800mg/L 低減した。</p> <p>（２） CsClとSrCl<sub>2</sub>・6H<sub>2</sub>Oの共存溶液系では、Csの初期濃度 210mg/L が130mg/L に、80mg/Lに低減した。Srの初期濃度 83mg/Lが0.12mg/L に79.88 mg/L を低減した。Srはほぼ100%回収が可能であった。</p> <p>この方法によって水溶液は２層に分離する。上澄は放射性廃棄物、特に Sr は含まれない。ケイ素含有水溶液は土の成分と同じで無害な溶液であり、手に触れても危険性は全くない。分離したときの写真を添付した。</p> <p>回収した沈殿物にアルカリ溶液を加えて石灰粉末を混合した結果、固化する特性がある。すなわち、セメントの硬化反応と同様なものであり、CaO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O 系の水和物が生成し、固化できる。この廃棄物を運搬するには極めて好都合である。</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>この回収技術は「ケイ素含有水溶液」によるものであり、近年、別の目的のために開発したので、この度の除染には実験室レベルの非放射性 Cs, Sr で行っている。現実の福島では行っていない。</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>	

本申請の技術は、原子炉建屋内の膨大な量の高濃度汚染水の処理には最適と考えた。勿論、屋外の低濃度汚染水にも適用できるものである。報道によると高圧洗浄などにより除染しているが、その水溶液中に含まれる放射性廃棄物は、いずれ処理しなければならないので、下水などの処理には適用できると考えた。また、土壌中に拡散されて場合でも、土壌を水で洗浄することにより、最終的には水溶液に到達するであろうと考えたので申請した。なお、申請者は粘土鉱物など混入した場合の処理として、それを抽出する方法を論文で掲載している。

#### 4. 開発すべき技術（例）

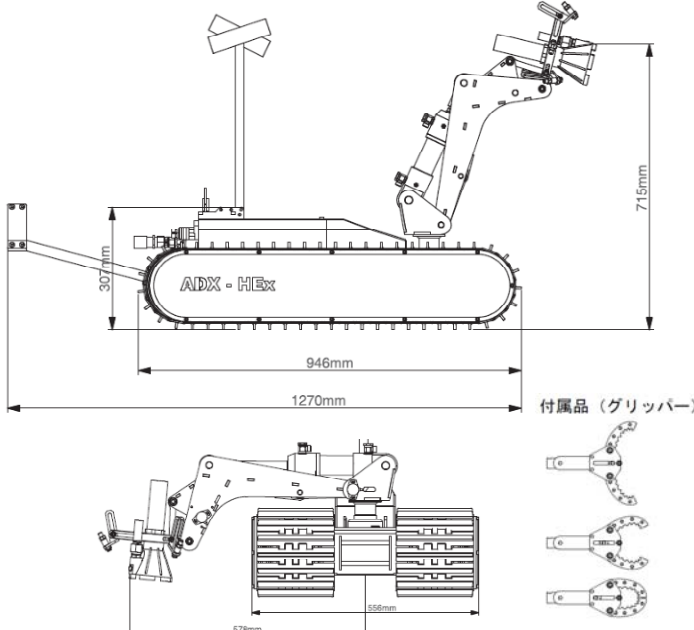
「ケイ素含有水溶液」を混合し、攪拌する装置、及びろ過装置が必要である。

#### 5. 備考

本技術は Cs, Sr に限定したものではない。いわゆる 2 価金属には Sr に限らず有効であると言える。本来、有害な重金属、鉛 (Pb)、カドミニウム (Cd) などの除去には最適である。Cs に対してやや効きが落ちるが、繰り返すことにより可能と判断した。ただし、ハロゲン化物 (F, Cl, Br, I) の除去はその特性から難しい。

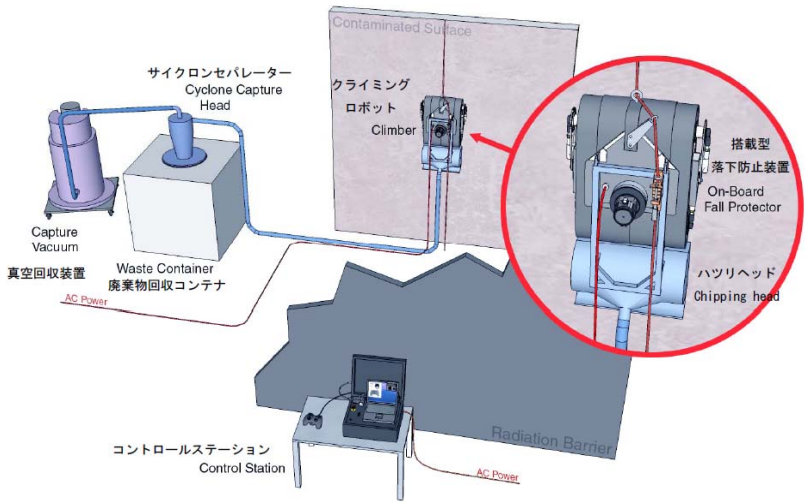
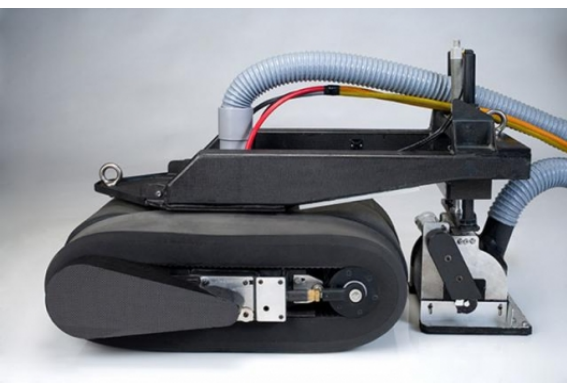
申請者は 1 人で研究開発しており、個人である。もし採用されれば、興味のある企業に提案し、共同で遂行していきたいと考えております。

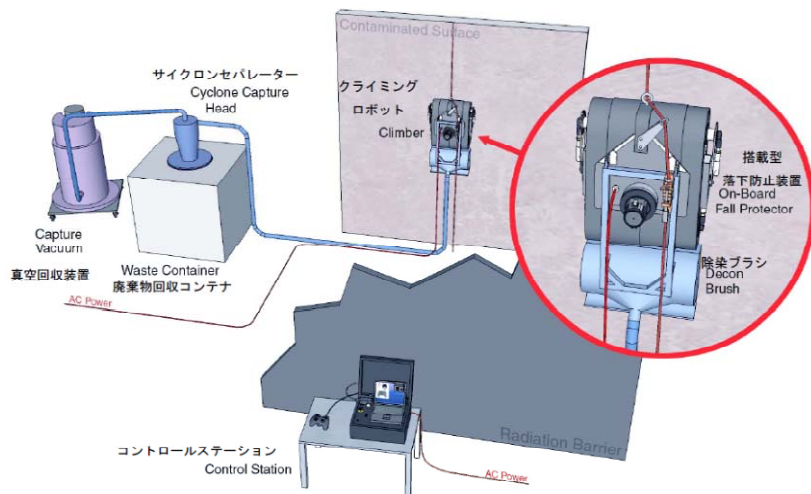
除染技術カタログ			技術区分 No.		頁
技術名称		研削除染 及び強力真空吸引装置		提案者	阿南電機(株) / (米)PENTEK 社
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境		(有)・無	① 6輪走行ロボットによる床面除染 (moose)
付着	ワット・ハンド	床・壁・天井			② ワイヤー懸垂式壁面走行ロボット (Wall walker)
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面			
核種	α・β	配管内部・他		反力	(有)・無
【原理】				【回収方法】 強力吸引回収	
				【二次廃棄物の形態】 コンクリートがら、切削片、粉じん、粉じんを吸引した1段目フィルタ(交換頻度は年一度程度)、HEPAフィルタ	
				【必要ユーティリティ】 ・圧縮空気 or/and 電気	
				【基本機器構成】 ・強力真空吸引装置(VAC-PAC) ・手押しスクャブラ(スキーラル III) ・手押し式クラック部除染(スキーラルII) ・6輪走行スクャブラ(moose) ・壁走行ロボット(Wall Walker) ・手持ちグラインダー(Roto-Peen) ・手持ちニードルガン(Corner Cutter) 他	
【原理説明】 強力真空吸引装置(VAC-PAC)と研削ツール(スクャブラ、グラインダなど)の組み合わせにより、除染時にダストレスの環境を実現。回収した放射性物質(コンクリート表層部など)は、直接ドラム缶に収納。ツールもダスト封入構造となっているため、99%以上のダスト回収を実現。				【安全対策他適用留意点】 除染作業中のみならず、ドラム缶交換時のダスト封止技術(特許)を有している。	
【適用除染実績・除染硬化(Df)例】				【除染能力・速度等】 (Moose の場合) 25~40 m <sup>3</sup> /H (1.6mm はつり時) はつり幅 450mm、はつり深さは任意に決めることができる。	
① スリーマイル島原発事故以降、30年の実績あり				【寸法/質量(目安)】 (Moose) サイズ: 幅 800mm、高さ 1,800mm、長さ 1,700mm 重量: 約 750kg	
② 原子力施設の除染、軍事施設の除染などに多くの実績を持つ				【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】 PENTEK 社は、EPRI の委託を受け、除染、廃炉に関する様々なドキュメントをまとめるなど、コンサルタントとしても高い評価を得ている。今回の事故対応には、現場条件に応じた仕様(コンクリートガラの回収、水分を含んだ汚染物の回収、ドラム缶の自動交換など)を検討・カスタマイズする必要があり、そういった知見に長けている。	
③ 納入実績: VAC-PAC 約200台 Moose 15台 Wall Walker 8台				【引用・参考文献他】 ・(米)PENTEK 社機械式ダストレス除染システム カタログ	
④ 納入先: アメリカ、カナダ、イギリス、フランス他					
⑤ 研削除染のみならず、コンクリートガラの吸引回収、水などの吸引回収(Wet Separator 使用)なども可能					
【特記事項】 ドラム缶の自動交換システムなど、現場のニーズに併せたカスタマイズが可能。 Wall Walker は、ロボットアームの先に取り付けることも可能。					

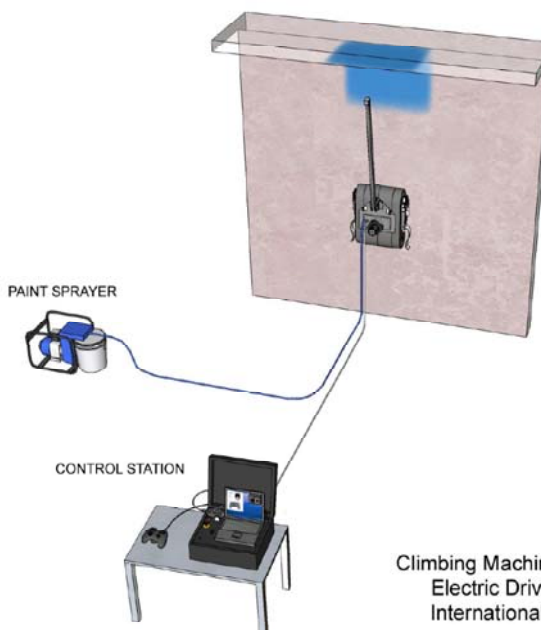
除染技術カタログ			技術区分 NO.			頁		
技術名称		高圧洗浄および吸引回収ロボット(ADX-HEX) 【防爆・防水(水中)仕様】			出典 (提案者)		丸紅ユティリティ・サービス株式会社／ADROCTech社 (スロバキア)	
【適用汚染形態】					【遠隔除染への適用実績】			
汚染形態	液体・固体・粉体		適用除染場所環境		有・無		有線遠隔操作法による欧州での適用実績あり。	
付着	ソフト・ハード		床・壁・天井		反力			有( )・無
浸透	浅い・深い		機器表面・機器内面					
核種	γ・αβ		配管内部・他					
【原理】					【回収方法】			
					・堆積スラッジ吸引回収			
					【二次廃棄物の形態】			
					・スラッジ			
					【必要ユーティリティ】			
					・電源100V/200V、純水			
					【基本機器構成】			
					・クローラーロボット			
					・コントロールステーション			
					・油圧駆動装置			
					・高圧ポンプユニット			
					・防爆カメラヘッド			
【原理説明】					【安全対策他適用留意点】			
油圧駆動装置により①ロボット左右のクローラーで走行②アーム旋回・揚げ・下げの全てを行う。ロボット操作は、ジョイスティック方式を採用。カメラは、内部にLEDがビルトインされており、防爆仕様を満足している。					・防爆要求環境に適用可能			
					・水中作業にも完全対応			
【適用除染実績・除染効果(DF)例】					【除染能力・速度等】			
・堆積したスラッジを水圧でほぐしながら吸引回収することができる。 ・この技術は、オイル貯蔵タンクのオイルスラッジ除去で適用実績がある。すなわち、防爆条件を厳しく要求される環境下での適用実績があるということである。 ・高圧洗浄ノズルがアームの先端に付帯しており、壁面・床面の高圧洗浄も可能である。 ・先端をパワーグラップルに交換することで重量物のハンドリングも可能である。 ・更に200kg未満の小型構造物を撤去する”ブルドーザー”的なアクセサリーも取り付け可能である。					・走行速度:(最大)10m/min			
					・負荷重量:200Nm			
					【寸法/質量(目安)】			
					・ロボット本体:約200kg			
					・寸法(mm):950×560×720			
					【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術課題】			
					ボフニチェ原子力発電所A-1での施工経験に基くロボット技術			
【特記事項】					【引用・参考文献他】			
・製造会社ADROCTech Ltd.は、スロバキア ボフニチェ原子力発電所A-1号機(燃料溶融)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(Robotech)を提供している。 ・標準納期(標準設計):約6ヶ月					ADROC Techカタログ参照			
					www.adroctech.com			



技術カタログ	
分類	その他
タイトル	Dycem フロアマット
提案者	丸紅ユティリティ・サービス(株)／Dycem(英国)
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>特徴：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 99.9%の靴底並びにタイヤに付着しているほこりや微粒子を除去。</li> <li>② サイズはカスタマイズ可能。</li> <li>③ ポリマー表面により、微粒子を引きつけ、且つ再び飛散させない。</li> <li>④ 管理が容易（モップ等でふき取ることにより3年間は機能を保つ）。</li> <li>⑤ 空中を浮遊しているダストを75%カットできる。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Dycem フロアマット</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>使用例（ゲート前）</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>海外原子力プラント実績有。対象場所：チェンブレ、退域ゲート前等。</p> <p>その他では、医薬品、電気製品、車産業界の工場（クリーンルーム等）にて実績有。</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>発電所または安定化センター等の出入口に置いてある粘着シートをフロアマットに換えることで、廃棄物並びにシートの取付け・取外し作業を軽減する（最終的には、それらによるコストダウンも図れる）。該当場所に合わせたサイジングが必要。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p>	
<p>5. 備考</p> <p>標準納期は約1週間～1ヶ月。（輸送手段に依る）</p>	

除染技術カタログ			技術区分 NO.		頁
技術名称	クライミングロボット(ICM)を用いた コンクリート床・壁ハツリ回収			出典 (提案者)	丸紅ユティリティ・サービス 株式会社／ICM(米国)
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・ <b>固体</b> ・粉体	適用除染場所環境		有・無 反力	有線遠隔操作法による米 国での適用実績あり。
付着	ソフト・ <b>ハード</b>	<b>床</b> ・ <b>壁</b> ・天井			
浸透	<b>浅い</b> ・深い	機器表面・機器内面			
核種	<b>γ</b> ・ <b>αβ</b>	配管内部・他			
【原理】				【回収方法】 ・サイクロンセパレーター	
				【二次廃棄物の形態】 ・廃棄物回収コンテナ	
				【必要ユーティリティ】 ・電源100V/200V、純水	
				【基本機器構成】 ①クライミングロボット ②ハツリヘッド ③サイクロンセパレーター ④廃棄物回収コンテナ ⑤真空回収装置 ⑥コントロールステーション ⑦落下防止処置(必要に応じ)	
【原理説明】 ICMに装着したハツリヘッドおよび吸引ノズルにより床面等のコン クリート表面のハツリを行い、吸引回収定する。				【安全対策他適用留意点】 垂直壁面の場合は落下防止処置が必要である。	
【適用除染実績・除染効果(DF)例】 ・米国エネルギー省(DOE)施設の施工実績あり。 ・コンクリートのハツリのみならずペイント剥離にも適用可能。				【除染能力・速度等】 ・走行速度:(最大)76mm/sec	
				【寸法/質量(目安)】 ・ロボット本体:約14kg ・寸法(mm):610×610×400	
				【福島第一原子力発電所への適用可 と考える根拠、技術課題】  米国原子力施設で実績あり。	
【特記事項】 ・標準納期(標準設計):約3～4ヶ月 ・ロボット操作は、ジョイスティック方式を採用。 ・部品数が少なく、分解・組立が非常に容易。(1時間以内) ・ロボットの前後にUTヘッドおよび炭化ケイ素コーティング回転ブラ シを装着してDOEのタンク検査に適用事例もある。				【引用・参考文献他】 ICMカタログ参照 <a href="http://www.icm.cc/video.php">http://www.icm.cc/video.php</a>	

除染技術カタログ			技術区分 NO.		頁
技術名称	クライミングロボット(ICM)を用いた 吸引回収(水中・気中)			出典 (提案者)	丸紅ユティリティ・サービス 株式会社／ICM(米国)
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・ <b>固体</b> ・粉体	適用除染場所環境		有・無 反力	有線遠隔操作法による米 国での適用実績あり。
付着	<b>ソフト</b> ・ハード	<b>床</b> ・壁・天井			
浸透	<b>浅い</b> ・深い	機器表面・機器内面			
核種	<b>γ</b> ・αβ	配管内部・他			
【原理】				【回収方法】	
				・サイクロンセパレーター	
				【二次廃棄物の形態】	
				・廃棄物回収コンテナ	
				【必要ユーティリティ】	
				・電源100V/200V、純水	
				【基本機器構成】	
				①クライミングロボット	
				②除染ブラシ	
				③サイクロンセパレーター	
				④廃棄物回収コンテナ	
				⑤真空回収装置	
				⑥コントロールステーション	
				⑦落下防止処置(必要に応じ)	
【原理説明】				【安全対策他適用留意点】	
ICMに装着した除染ブラシおよび吸引ノズルにより床面に堆積した汚染を吸引回収する。				垂直壁面の場合は落下防止処置が必要である。	
【適用除染実績・除染効果(DF)例】				【除染能力・速度等】	
・ 米国原子力施設のステンスライニングプール(原子炉キャビティーおよび使用済み燃料プール)壁面への適用実績あり。(クワッドシティー原子力発電所)				・ 走行速度:(最大)76mm/sec	
・ 気中・水中での適用が可能					
				【寸法/質量(目安)】	
				・ ロボット本体:約14kg	
				・ 寸法(mm):610×610×400	
				【福島第一原子力発電所への適用可 と考える根拠、技術課題】	
				米国原子力施設で実績あり。	
【特記事項】				【引用・参考文献他】	
・ 除染ブラシをレーザー照射ヘッドに交換することでレーザー除染にも適用できる。				ICMカタログ参照	
・ 標準納期(標準設計):約3～4ヶ月				http://www.icm.cc/video.php	
・ ロボット操作は、ジョイスティック方式を採用。					
・ 部品数が少なく、分解・組立が非常に容易。(1時間以内)					

除染技術カタログ			技術区分 NO.		頁
技術名称	クライミングロボット(ICM)を用いた 除染材塗布による汚染固定・除去			出典 (提案者)	丸紅ユティリティ・サービス 株式会社／ICM(米国)
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・ <b>固体</b> ・粉体	適用除染場所環境		有 ・ 無  反力	有線遠隔操作法による米 国での適用実績あり。
付着	<b>ソフト</b> ・ハード	<b>床</b> <b>壁</b> ・天井			
浸透	<b>浅い</b> ・深い	機器表面・機器内面			
核種	<b>γ</b> ・ <b>αβ</b>	配管内部・他			
【原理】			【回収方法】 ・フィルム剥離		
 <p>PAINT SPRAYER</p> <p>CONTROL STATION</p> <p>Climbing Machine Electric Drive International</p>			【二次廃棄物の形態】 ・デコンジェルフィルム もしくはアララデコンフィルム		
			【必要ユーティリティ】 ・電源100V/200V、純水		
			【基本機器構成】 ①クライミングロボット ②コントロールステーション ③デコンジェルまたは アララデコン供給装置		
			【安全対策他適用留意点】		
【原理説明】 ICMに装着したスプレーアームおよびノズルにより床面・壁面に汚 染固定材を塗布して汚染を固定する。 なお、壁面昇降は、真空ポンプの負圧力を用いている。			【除染能力・速度等】 ・走行速度:(最大)76mm/sec		
【適用除染実績・除染効果(DF)例】 ・ICMは、数メートル範囲であれば落下防止装置(装置損傷保護用) なしで壁面昇降が可能 ・汚染塗膜剥離用アームの基本設計は完了している。 ・汚染固定材(ジェル状)を塗布して汚染を固定する。これにより当 該エリアのダストの発生を抑制することが可能。 ・汚染固定材は乾燥するとフィルム状となり、汚染物をフィルムに 固定し、フィルムの剥離により汚染物を除去できる。			【寸法/質量(目安)】 ・ロボット本体:約14kg ・寸法(mm):610×610×400		
【特記事項】 ・アームの先端にカメラを取り付けることにより狭隙部の現状確認 が可能である。 ・標準納期(標準設計):約3～4ヶ月 ・ロボット操作は、ジョイスティック方式を採用。 ・部品数が少なく、分解・組立が非常に容易。(1時間以内)			【福島第一原子力発電所への適用可 と考える根拠、技術課題】  ICMは、米国エネルギー省(DOE)等の 原子力施設で多数実績あり。		
			【引用・参考文献他】 ICMカタログ参照 <a href="http://www.icm.cc/video.php">http://www.icm.cc/video.php</a>		

[書式2-1] セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ			技術区分 NO.		頁	
技術名称		レーザー除染ロボット		出典 (提案者)	米国ICM社/米国LASER CLEANALL/丸紅ユティリティ・サービス株式会社	
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境		有・無		
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井		反力	有 ( ) 無 ( )	
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面				
核種	$\gamma$ ・ $\alpha\beta$	配管内部・他				
【原理】				【回収方法】		
 <p>Electric Climber with On-Board Vacuum And On-Board Laser Head International Climbing Machines, Inc.</p> <p>LASER HEAD</p> <p>LASER GENERATOR</p> <p>CONTROL STATION</p> <p>DETAIL OF LASER HEAD</p>				【二次廃棄物の形態】 粉末及びHEPAフィルター		
				【必要ユーティリティ】 110V AC 15A		
				【基本機器構成】 ・ICM社クライマー(壁登りロボット) ・LASER CLEANALL社レーザーヘッド HEPAフィルター吸引システム・		
【原理説明】 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、このような物の表面のレーザー除染が可能。				【安全対策他適用留意点】		
【適用除染実績・除染効果(DF)例】				【除染能力・速度等】 ・100% ・76mm/秒		
 <p>Photo Courtesy of Adapt Laser</p>				【寸法/質量(目安)】 610x610x400mm 13.6Kg+ $\alpha$		
				【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術課題】  米国での導入実績があり、適用可能		
【特記事項】 カタログ製品の組み合わせであり、開発要素が少なく、実戦配備するには容易。				【引用・参考文献他】		



除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	遮蔽材		出典 (提案者) 仏国Lemer Pax社/丸紅ユ ティリティ・サービス株式会社
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・ 無
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面	
核種	$\gamma$ ・ $\alpha\beta$	配管内部・他	反力 有 ( ) 無
【原理】			【回収方法】
			【二次廃棄物の形態】
			【必要ユーティリティ】
			【基本機器構成】
【原理説明】 添付を参照願います。			【安全対策他適用留意点】
【適用除染実績・除染効果(DF)例】 Areva汚染水処理装置で導入済み			【除染能力・速度等】
			【寸法/質量(目安)】 添付を参照願います。
			【福島第一原子力発電所への適用可 と考える根拠、技術課題】  Areva汚染水処理装置で導入済み
【特記事項】 カタログ製品あり、開発要素が少なく、実戦配備するには容易。			【引用・参考文献他】

## 技術内容（特徴、仕様、性能など）

### Novasheild 製品規格

商品番号	鉛との遮蔽比較 (mmPb 相当)	重 量 (kg/m <sup>2</sup> )	比 重 (g/cm <sup>3</sup> )	厚さ(mm)	幅(mm)	ロール長 (m)	ロール重 量(kg)
RX31	0.1 5at100Kv	1.6	2.50	0.63	700	25	28
RX41	0.125at150Kv	1.9	3.10	0.63	700	25	33
RX45	0.50from50-150Kv	8.16	3.4	2.4	800	10	65

使用温度 : -40℃～70℃ (120℃までは、問題なく使用可能。160℃以上で溶け出します。)

160℃以上でのご使用の可能性がある場合には、ご相談願います。開発する準備があります)

### Novasheild 製品構成

	RX45	RX41	RX31
ソフト PVC	2 %	17 %	19 %
遮蔽材	75 %	81 %	79 %
ポリエステル・メッシュ	1 %	2 %	2 %
遮蔽材料ビスマス	○	○	○
遮蔽材料タングステン			○
遮蔽材料アンチモン			○

### Novasheild Half thickness(in mm) for Novasheild foils and for different isotopes

	RX31	RX41	RX45	鉛
Co60	7.6	5.2	4.9	1.4
Cs137	4.7	2.8	2.7	7
Ir192	2.4	1.1	1.1	3
I131	2.3	1.1	1.1	3

in mm to achieve 50% reduction of the isotope radiation

(放射線量を 50%低減するために必要な厚さを示しております。)

RX41 4mm = 鉛 1mm

RX31 : 700mm 幅 x 25m 長ロール (最大幅 1400mm)

RX41 : 700mm 幅 x 25m 長ロール (最大幅 1400mm)

RX45 : 800mm 幅 x 8m 長ロール (最大幅 900mm)




[書式2-1] セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ			技術区分 NO.		頁
技術名称	ミニロボット		出典 (提案者)	英国Marchall社/丸紅ユティリティ・サービス株式会社	
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・無		
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	有・無		
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面	有・無		
核種	γ・αβ	配管内部・他	反力	有( ) 無( )	
【原理】			【回収方法】		
吸引ロボット・タイプとブルドーザータイプ 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			吸引回収		
			【二次廃棄物の形態】		
			保管コンテナ		
			【必要ユーティリティ】		
			軽油		
			【基本機器構成】		
			・油圧作動ロボット		
【原理説明】			【安全対策他適用留意点】		
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。			50mの延長が可能		
【適用除染実績・除染効果(DF)例】			【除染能力・速度等】		
			【寸法/質量(目安)】		
			0.5m幅x2.2m長x0.6m高		
			【福島第一原子力発電所への適用可 と考える根拠、技術課題】		
			既存技術の組み合わせであり、適用は可能		
【特記事項】			【引用・参考文献他】		
カタログ製品の組み合わせであり、開発要素が少なく、実戦配備するには容易。					

[書式2-1] セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ			技術区分 NO.				頁				
技術名称			遮蔽マルチ重機			出典 (提案者)		仏国Lemer Pax社設計製造 社/丸紅ユティリティ・サービ ス株式会社			
【適用汚染形態】						【遠隔除染への適用実績】					
汚染形態		液体・固体・粉体		適用除染場所環境		有・無					
付着		ソフト・ハード		床・壁・天井							
浸透		浅い・深い		機器表面・機器内面							
核種		$\gamma$ ・ $\alpha\beta$		配管内部・他		反力		有( ) 無( )			
【原理】						【回収方法】					
						【二次廃棄物の形態】					
						【必要ユーティリティ】					
						【基本機器構成】					
						・フランス市販マルチ重機 ・Lemer Pax社遮蔽設計の運転席					
【原理説明】						【安全対策他適用留意点】					
フランス国内で市販されているマルチ重機にLemer Pax社にて遮蔽設計及び運転席の製造を行い、運転手を完全に放射線防護する。						70mmPb相当の遮蔽					
【適用除染実績・除染効果(DF)例】						【除染能力・速度等】					
フランス・マルクルの再処理工場解体で採用 ・70mmPb遮蔽能力 ・遮蔽ラミネート・ガラス ・吸気活性炭フィルターシステム ・最大治具積載荷重：3.5トン ・速度：6km/h ・ご要求に応じて遠隔操作などの機能を追加可能						人間が作業するためロボットより操作性が優位。					
						【寸法/質量(目安)】					
						2.3m幅×3.7m長×2.9m高(運転席まで)					
						【福島第一原子力発電所への適用可 と考える根拠、技術課題】					
						フランスでの導入実績があり、適用可能					
【特記事項】						【引用・参考文献他】					
カタログ製品の組み合わせであり、開発要素が少なく、実戦配備するには容易。											

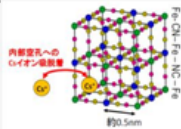
[書式2-1] セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	サクシオン回収(表面堆積物の回収)		出典 (提案者) 英国Marchall社/丸紅ユティリティ・サービス株式会社
【適用汚染形態】		【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・無
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	有 ( ) 無 ( )
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面	
核種	$\gamma$ ・ $\alpha\beta$	配管内部・他	反力
【原理】		【回収方法】	
 <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ぎ等の吸引回収を実施。</p> 		吸引回収	
		【二次廃棄物の形態】 保管コンテナ	
		【必要ユーティリティ】 軽油	
		【基本機器構成】 ・吸引ロボット・サクシオントラック	
【原理説明】		【安全対策他適用留意点】	
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ぎ等の吸引回収を実施。			
【適用除染実績・除染効果(DF)例】		【除染能力・速度等】	
		3m <sup>3</sup> /分(7bar)	
		【寸法/質量(目安)】 吸引ロボット : 0.5m幅x2.2m長x0.6m高	
		【福島第一原子力発電所への適用可 と考える根拠、技術課題】  既存技術の組み合わせであり、適用は可能	
【特記事項】 カタログ製品の組み合わせであり、開発要素が少なく、実戦配備するには容易。		【引用・参考文献他】	

[書式2-1] セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	遮蔽システム		出典 (提案者) 米国NPO社/丸紅ユティリティ・サービス株式会社
【適用汚染形態】		【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・無
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	反力 有 ( ) 無 ( )
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面	
核種	$\gamma$ ・ $\alpha\beta$	配管内部・他	
【原理】		【回収方法】	
		【二次廃棄物の形態】	
		【必要ユーティリティ】	
		【基本機器構成】 ・鉛毛マット ・ラック ・オーダーメイド鉛毛マット	
【原理説明】 鉛毛マットと移動式ラックで作業現場線の持ち込みが容易。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。		【安全対策他適用留意点】	
【適用除染実績・除染効果 (DF) 例】		【除染能力・速度等】 作業員の放射線防護	
		【寸法/質量(目安)】	
		【福島第一原子力発電所への適用可 と考える根拠, 技術課題】  米国の発電所での実績多数。	
【特記事項】 開発要素が少なく、実戦配備するには容易。		【引用・参考文献他】	

[書式2-1] セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	プルシアン・ブルー(紺青)不織布		出典 (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
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・無
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	反力 有( ) 無( )
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面	
核種	γ・αβ	配管内部・他	
<b>【原理】</b> <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1kgで、Csを30-100mg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> </ul> </li> </ul>			<b>【回収方法】</b> フィルターメディアとして
			<b>【二次廃棄物の形態】</b> 不織布本体
			<b>【必要ユーティリティ】</b>
			<b>【基本機器構成】</b>
<b>【原理説明】</b> プルシアンブルーの内部空孔でCsイオンを吸着 			<b>【安全対策他適用留意点】</b> 150℃以上での使用の際にはシアンガス発生に留意。
<b>【適用除染実績・除染効果(DF)例】</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">           想定対象：汚染水、汚染土壌、汚染汚泥、汚染廃棄物、など。            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。         </div>			<b>【除染能力・速度等】</b> 3-10mg-Cs/1g
			<b>【寸法/質量(目安)】</b>
			<b>【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術課題】</b> 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。
<b>【特記事項】</b> 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。			<b>【引用・参考文献他】</b>

除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	狭隘部ジェット洗浄システム		出典 (提案者) 仏国SRA/丸紅ユティリティ・サービス株式会社
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・無
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面	
核種	γ・αβ	配管内部・他	反力 有( ) 無( )
<b>【原理】</b> 			<b>【回収方法】</b> ポンプにて洗浄水を回収  <b>【二次廃棄物の形態】</b> フィルター  <b>【必要ユーティリティ】</b> 複数の電源  <b>【基本機器構成】</b> ・高・中圧ポンプ ・水圧管理装置 ・吸引・フィルター装置 ・ストレージタンク ・ホース
<b>【原理説明】</b> フランス、欧州、中国で実施されているPWR蒸気発生装置の清掃システムで、高圧洗浄、洗浄水をフィルトレーションして循環活用及び貯蔵			<b>【安全対策他適用留意点】</b> 防水防護服
<b>【適用除染実績・除染効果(DF)例】</b> 			<b>【除染能力・速度等】</b> 蒸気発生装置のチューブシートのスラッジを取り除ける水圧  <b>【寸法/質量(目安)】</b>  <b>【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術課題】</b> PWR蒸気発生装置での実績はフランスで58基以上、年間35件以上の実績があり、適用可能と考えらる。
<b>【特記事項】</b> カタログ製品の組み合わせであり、開発要素が少なく、実戦配備するには容易。			<b>【引用・参考文献他】</b>



[書式2-1] セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	放射線マッピング・ロボット		出典 (提案者) 丸紅ユティリティ・サービス株式会社/SRA/Cyberia
【適用汚染形態】		【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・無
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面	
核種	$\gamma$ ・ $\alpha\beta$	配管内部・他	反力 有( ) 無( )
【原理】			【回収方法】
【原理説明】	<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>		【二次廃棄物の形態】
【適用除染実績・除染効果(DF)例】	<p>フランスCEA施設、EDF施設での使用実績有り</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		【必要ユーティリティ】
【特記事項】			【基本機器構成】
			【安全対策他適用留意点】
			【除染能力・速度等】
			速度 0-5m/分
			【寸法/質量(目安)】
			重量 90kg
			【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術課題】
			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。
			【引用・参考文献他】



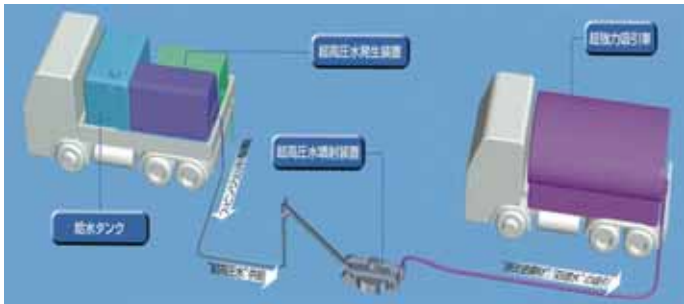
〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ											
分類移動装置	作業装置，支援装置，その他										
タイトル	除染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> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <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 style="text-align: left;"> <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> </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。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>											

除染技術カタログ			技術区分 No.			頁	
技術名称	ウェットブラスト除染装置による機器等の除染			提案者	原子力機構 原子炉廃止措置研究開発センター マコー株式会社 開発部		
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】			
汚染形態	液体・ <b>固体</b> ・粉体	適用除染場所環境		有  無			
付着	<b>ソフト</b> ・ハード	床・壁・天井					
浸透	<b>浅い</b> ・深い	<b>機器表面</b> ・機器内面					
核種	<b>γ</b> ・α・β	配管内部・他		反力	有( )・ <b>無</b>		
<b>【原理】</b> スラリー状のブラスト材(高硬度のステンレスグリッド)を除染対象物に投射して除染対象物の表面に付着している放射性物質を除去する。 投射後のブラスト材は、除染ブース内のブラストタンクに集められ、ポンプにより再度ブラストガンから投射される。このうち、ブラスト材の一部はサイクロンセパレータに導かれ、ここで再使用可能なものとそうでないものとに分離され、再使用できないブラスト材はブラスト材回収機で回収される。また、汚染物等のスラッジについても同様に分離、回収される。 ブラストタンク内に流入した廃液の一部は、排水処理装置に導かれ、フィルタにてろ過した後、液体廃棄物処理系において処理される。				<b>【回収方法】</b> サイクロンセパレータによる分離・回収			
				<b>【二次廃棄物の形態】</b> 液体、気体			
				<b>【必要ユーティリティ】</b> 気体廃棄物処理設備、液体廃棄物処理設備 圧縮給気供給設備、純水供給設備			
				<b>【基本機器構成】</b> 除染装置は、除染ブース、ブラスト材回収器、排水処理装置、排気装置、空気圧縮機から構成されている。			
<b>【原理説明】</b> 同上				<b>【安全対策他適用留意点】</b> 高濃度の放射性物質を除染する場合は、装置のメンテナンスが必要な箇所については遮へいが必要			
<b>【適用除染実績・除染効果【DF】例】</b> 「ふげん」の実機のタービン系設備及び原子炉冷却系設備に用いられていた汚染のある炭素鋼及びステンレス鋼(汚染面積約20cm <sup>2</sup> )を用いて除染係数(DF)を確認した結果、いずれの場合でも比較的短時間(十数秒程度)でDF100以上確保できることを確認した。				<b>【除染能力・速度等】</b> 炭素鋼:0.4~5Bq/gの放射能濃度のものをクリアランスレベルとするまでの所要時間約0.4h/m <sup>2</sup> ステンレス鋼:5~70Bq/gの場合、約1~2h/m <sup>2</sup>			
				<b>【寸法/質量(目安)】</b> 約6m×約6m			
<b>【特記事項】</b> 本除染装置は、クリアランスのための測定の前処理として、解体撤去物等の除染や機器表面の塗装、錆の除去を行う際に使用することを目的として設置したものである。 除染装置の導入にあたっては、各種の除染方式について比較検討し、発生する粉塵を抑制しながら相応の除染性能を有し、かつ施設の大幅な改造を伴わずに液体廃棄物等の二次廃棄物の処理が可能な「ウェットブラスト方式」による除染装置を選定し、導入したものである。 なお、本装置の処理能力は0.5t/d程度の比較的小型のものであるが、原理的には大型化、自動化が可能なものである。				<b>【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> (根拠) 表面に汚染が付着した機器や瓦礫等の除染が可能である (技術的課題) ・高濃度の液体、気体廃棄物処理設備の検討が必要 ・高濃度の汚染物に対する除染性能の確認が必要			
				<b>【引用・参考文献他】</b> D26、日本原子力学会2011秋の大会			

[書式2-1] セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ		技術区分 NO.		頁
技術名称	ストリップابلペイント		出典 (提案者)	丸紅ユティリティ・サービス(株) CBI POLYMERS社
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・(固体)・粉体	適用除染場所環境	(有)・無	床だけでなく、鉛直面、天井等 を移動可能なロボットを使用し 塗り塗布する手法あり。
付着	(ソフト)・ハード	(床)・(壁)・(天井)	(有)・無	
浸透	(浅い)・深い	(機器表面)・機器内面		
核種	( $\gamma$ )・( $\alpha\beta$ )	配管内部・他		
反力			有( )・(無)	
<b>【原理】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・塗布後すぐに汚染面に密着</li> <li>・界面活性剤により汚染物質をリフトアップ</li> <li>・ジェルに含まれるキレート剤が汚染物質を化学的に取り込む。</li> <li>・ジェルが乾燥し、汚染物質を物理的に封入。それを剥離することで除染。</li> </ul>			<b>【回収方法】</b> 乾燥してシート状になったジェルを剥離し回収	
			<b>【二次廃棄物の形態】</b> プラスチックのような皮膜。	
<b>【必要ユーティリティ】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電源(工業用スプレー使用の場合: 100-120V)</li> </ul>			<b>【基本機器構成】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・3.6L毎分程度の噴射性能を有する工業用スプレー(GRACO ウルトラマックスII シリーズ等)</li> <li>・ペイントブラシ、コテハケ等</li> </ul>	
<b>【原理説明】</b> ジェルを汚染部分に「塗る→乾かす→はがす」で除染完了。 その過程で、界面活性剤、キレート剤を含有するジェル状の高分子によって、化学的にも物理的にも汚染物質を取り込み、汚染物質を付着面から剥がし取る。			<b>【安全対策他適用留意点】</b> ジェルはほぼ中性で、無毒。僅かではあるが柑橘系の香りあり。乾燥を促進するためにも換気を推奨。	
<b>【適用除染実績・除染効果(DF)例】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事故後の福島第一原発において、東京電力様にて除染実績あり。トレーラーの汚染部分の除染に使用し、高圧水洗浄後も放射線強度が数万～数十万cpmであった箇所が数千cpmにまで下がったことが報告されている。</li> <li>・福島県の旭町キリスト教会と付属の幼稚園において、除染ボランティアの実績あり。</li> <li>・米国エネルギー省、国防省、国立研究所、原子力発電所等で多数の除染実績あり。ホットセル、ドラフトチャンバーから、放射性物質流出事故の処理などまで、幅広い状況で使用されている。</li> </ul>			<b>【除染能力・速度等】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・除染能力は左記</li> </ul>	
<b>【寸法/質量(目安)】</b> 目安としては、1平米あたりの1リットル程度を要する。			<b>【福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術課題】</b> 海外原子力プラント、事故後の福島原発でも実績あり。作業の容易性から、様々な状況で使用できると考えられる。	
<b>【特記事項】</b> 3～42℃での利用を推奨。危険物第4類第2石油類に分類。所要時間は環境に大きく依存し、高温乾燥状態の場合は10時間程度で乾燥するが、多湿の場合は48時間以上かかることもあり。			<b>【引用・参考文献他】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CBI POLYMERS社提供資料およびHP</li> </ul>	

除染技術カタログ			技術区分 NO.	頁
技術名称		超高压水表面処理工法 「Jリムーバー」による除染技術		提案者 株式会社キクテック
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体 ( 固体 ) ・粉体	適用除染場所環境		有 ・ 無
付 着	( ソフト ) ・ ( ハード )	( 床 ) ・ 壁 ・ 天井		
浸 透	( 浅い ) ・ ( 深い )	機器表面 ・ 機器内面		
核 種	( ) ・ ( )	配管内部 ・ 他		
【原理】			反力 有 ( ) ( 無 )	
 			【回収方法】 超強力吸引車による吸引回収	
			【二次廃棄物の形態】 汚染水 ( 汚泥 + 水 )	
			【必要ユーティリティ】	
			【基本機器構成】 超高压水発生装置 スピンジェット 超強力吸引車 給水車	
			【安全対策他適用留意点】 超高压水 ( 最大 280Mpa ) のため 取り扱いには十分注意が必要	
【原理説明】 超高压水 ( 最大 280Mpa ) を用いた表面処理工法による路面等の除染作業と同時に発生した除染水吸引回収可能			【除染能力・速度等】 除染能力 : 400 m <sup>2</sup> /日程度	
【適用除染実績・除染効果 ( DF ) 例】 《適用除染実績》 ・ JAEA 平成 23 年度 除染技術実証試験事業 《除染効果》 ・ 様々な材質の路面にも除染対応可能 ・ 表面密度 ( CPM ) Net 値にて約 9 割の除染効果有			【寸法 / 質量 ( 目安 ) 】 超高压水発生装置搭載車 8 t 車	
【特記事項】			【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】 ロボットに装置を搭載しサイト 内の超高压水洗浄除染	
			【引用・参考文献他】	

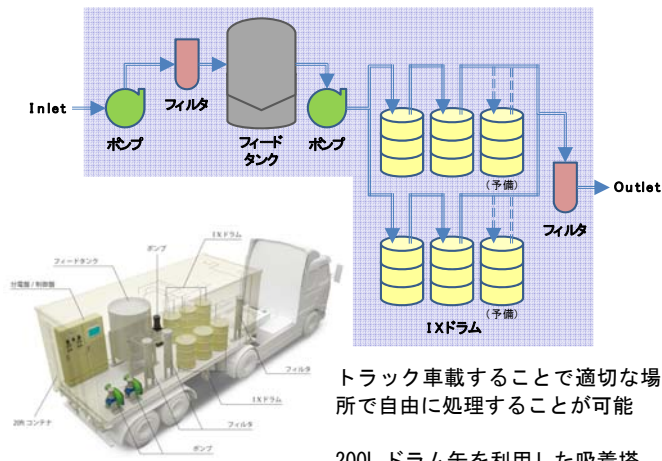
〔書式 2-2〕 セッション 1（除染遠隔操作等）用

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 2-2〕 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	Warrior 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 Warrior 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を着装し、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着装して、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 OR 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 Warrior 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>Warrior ロボットの除染は、水道水やウェットペーパーで実用。</p>	

除染技術カタログ			技術区分 NO.		頁	
技術名称			二次廃液除染		提案者	株式会社 IHI
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境		有・無	遠隔操作も 対応可能	
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井		有・無		
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面				
核種	γ・αβ	配管内部・他		反力	有( )・無	
【原理】				【回収方法】		
				人工ゼオライトによる核種吸着		
トラック車載することで適切な場所 で自由に処理することが可能				【二次廃棄物の形態】		
200L ドラム缶を利用した吸着塔				人工ゼオライト及びその容器、 フィルタ		
				【必要ユーティリティ】		
				電源、工業用水		
				【基本機器構成】		
				・ポンプ ・フィルター類 ・吸着容器（人工ゼオライト） ・タンク類 ・制御盤		
【原理説明】				【安全対策他適用留意点】		
各種除染作業にて発生した二次廃水中に含まれる放射性物質 Cs の人工ゼオライトによる吸着除去						
【適用除染実績・除染効果(DF)例】				【除染能力・速度等】		
・同原理の汚染水除去装置 SARRY が福島第一発電所内で稼働中。(DF：約 10 <sup>5</sup> )				左記参照		
・同様に同原理の装置は米国 TMI 事故処理にて実績あり。						
・模擬汚染水を使用したプロトタイプ試験では DF10 <sup>5</sup> を確認した。(株式会社 IHI にて実施) ＜プロトタイプの仕様＞ 処理速度：1m <sup>3</sup> /hr DF：10 <sup>5</sup> 以上（7ppm→10～20ppt）				【寸法/質量(目安)】		
				寸法：L6.1m W2.4m H2.6m 重量：約 7 t (コンテナサイズの寸法 重量)		
				【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】		
				事故後の福島原発に実績あり TMI でも実績あり		
【特記事項】				【引用・参考文献他】		
トラック車載することで適切な場所で処理可能。 二次廃液の性状によっては事前処理が必要						



〔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	除染実証のための遠隔操作技術
タイトル	遠隔放射線モニタリング技術
提案者	産業技術総合研究所

1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）

SD メモリーカードよりも小さな放射線検出モジュールと、計測データを 100m 以上離れた所までワイヤレス伝送可能とする 950MHz 帯無線モジュールにより、リモートでほぼリアルタイムの放射線モニタリングを実現。放射線検出モジュールと無線モジュールの消費電力は非常に小さいため、3 V のボタン電池（CR2477）1 個で稼働時間 1 年を実現。安価で小型なため、多数用意しロボットに積載、建屋内各所に設置することが可能。



図. 小型放射線計本体部（左）と SD メモリーカード（右）

表. 小型放射線検出器の主な仕様

測定線種	γ 線
検出方法	半導体検出器(素子サイズ 26mm <sup>2</sup> )
測定下限	1 μ Sv/h
測定間隔	1 分
データ転送方式	950MHz 帯による無線伝送
データ転送距離	100m 程度
電源	CR2477
稼働時間	1 年
大きさ、重量	H:40xW:30xD:20mm 以下,30g 以下

2. 実績（国内プラント、海外プラント、他産業での実績を含む）

実プラントへの適用はないが、除染用プラント各所における線量計測への使用希望が複数有る。また、線量計としての実用試験は産業技術総合研究所内で既に 3 ヶ月程度実施。

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	未確認
コストパフォーマンス	可・否	安価なため大量に使用できる。
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	状況に応じて組織的判断が必要な場合あり。

4. 開発すべき技術（例）

センサーネットワークによる、各センサーの位置の自動同定による線量分布マッピング技術及び除染ロボットのナビゲート機能の開発。耐薬品性、耐水性等の耐環境性能の向上。

5. 備考

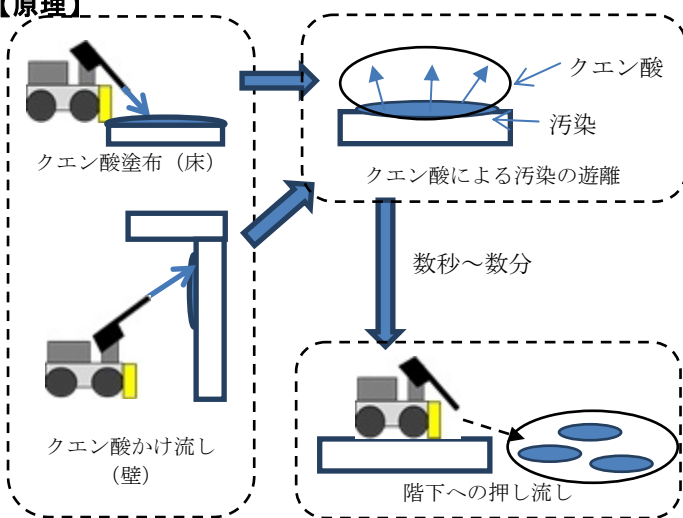

〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ	
分類移動装置	環境撮影装置
タイトル	防暴、耐環境性カメラデバイス
提案者	SERENDIPITY 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-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 60%;">  <p>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</p> </div> <div style="width: 35%;">  <p>防暴タングステン合金シェル 超小型カメラユニット</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>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。  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>耐放射線仕様、動作条件 0～150℃、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</p>	
<p>4. 開発すべき技術</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>	

5. 備考

[書式2-1]

セッション1 (除染) 用

除染技術カタログ			技術区分 NO.		頁	
技術名称	遠隔装置による湿式除染			提案者	川妻 伸二	
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体	固体	粉体	適用除染場所環境	有	
付 着	ソフト		ハード	床	壁	天井
浸 透	浅い		深い	機器表面	機器内面	
核 種	γ	α	β	配管内部	他	
				反力	有	
【原理】				【回収方法】		
				・階下に押し流し、滞留水処理装置による回収・処理		
				【二次廃棄物の形態】		
				・クエン酸		
				【必要ユーティリティ】		
				・電気		
				【基本機器構成】		
				・遠隔ロボット ・ロボット操作ユニット ・クエン酸タンクユニット ・クエン酸水溶液		
【原理説明】				【安全対策他適用留意点】		
塗膜表面に沈着した汚染に対し、クエン酸を塗布する（かけ流す）ことで、化学的に汚染を遊離させる除染法。						
【適用除染実績・除染効果(DF)例】				【除染能力・速度等】		
<コールド試験実施> 福島第一原子力発電所で使用されている塗料（エポニックス #3100AP）上に CsCl 水溶液（0.048 μg/cm <sup>2</sup> ）による 4.5cm <sup>2</sup> の Cs 模擬汚染を作成				コールド試験より 除染能力：床 10 分で DF 約 30 回収：1 m <sup>2</sup> あたり約 1 分		
<結果> 床：クエン酸水溶液（1wt%、5ml、10 分）の塗布で DF 約 30 壁：クエン酸水溶液（1wt%、50ml、5 秒）のかけ流しで DF 約 10				【寸法/質量(目安)】 床：1m <sup>2</sup> あたりクエン酸 11L 壁：1m <sup>2</sup> あたりクエン酸 110L 寸法 1m <sup>3</sup> 、質量約 150kg		
 塗装面を模擬した試験片				【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】 壁、床に対し、簡易かつ短時間に実行でき、特別な処理を要しないこと		
【特記事項】				【引用・参考文献他】		
除染後、特別な処理を要しない簡易な除染法				A.D.シモン 放射能汚染と物理化学 現代工学社		



〔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	JAEA-2 号（遠隔装置による湿式除染に用いるロボット）
提案者	川妻 伸二
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>原子炉建屋内で、観察や作業ができる 4 輪駆動ロボット。高圧洗浄装置（6MPa）を装備しており、水、クエン酸等による除染が可能。必要に応じ、高圧洗浄装置のスプレーとブラシの換装可能。ロボット制御用電子部品を極力使用しないことで、数万 Sv/h 以上の耐放射線性を有する。有線による電力供給と信号伝送方式により無線が届きにくい原子炉建屋内での作業を確実に実施可能、長時間にわたる現場監視作業が可能。補修のため、ロボット自体を水スプレー等で除染可能な水密構造。</p> <p>概略寸法   ：   1000mmL×400mmW×700mmH</p> <p>重量       ：   約 40kg</p> <p>走行速度   ：   2km/h</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>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>表面の堆積物を回収あるいは除去する技術：コールド試験により除染能力を確認</p> <p>表面の固着物を除去する技術：コールド試験により除染能力を確認</p> <p>除染二次廃棄物の取り扱いが可能な技術：帯留水処理装置により処理可能</p> <p>遠隔操作装置に搭載できる除染システム：メンテナンスが少ない、稼働するヘッド、可搬型クエン酸タンク</p>	
4. 開発すべき技術（例）	
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
タイトル	JD-1 (遠隔装置による湿式除染に用いるロボット)
提案者	川妻 伸二
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>原子炉建屋内で、観察や作業ができる1対独立クローラロボット。高圧洗浄装置 (6MPa) を装備しており、水、クエン酸等による除染が可能。有線による電力供給と信号伝送方式により無線が届きにくい原子炉建屋内での作業を確実に実施可能、長時間にわたる現場監視作業が可能。除染剤の供給タンクを搭載可能。</p> <p>概略寸法 : 1500mmL×660mmW×700mmH</p> <p>重量 : 約300kg</p> <p>走行速度 : 2km/h</p> <p>階段走行 : 40°</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</p> <p>表面の堆積物を回収あるいは除去する技術: コールド試験により除染能力を確認</p> <p>表面の固着物を除去する技術: コールド試験により除染能力を確認</p> <p>除染二次廃棄物の取り扱いが可能な技術: 滞留水処理装置により処理可能</p> <p>遠隔操作装置に搭載できる除染システム: 稼働するヘッド、可搬型クエン酸タンク</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p> <p>既存走行機構を活用し、除染装置と組合せシステム化する必要あり。</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	マックス AZ (水中不分離性高流動無収縮モルタル)
提案者	(株) 熊谷組
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>マックス AZ は水中不分離性、高流動性、自己充填性、セルフレベリング性に優れたプレミックス材であり、以下の特徴を有する。</p> <p>① 水中で打設しても強度の低下が少ない。</p> <p>② 水中打設時に水の濁りが少ない。</p> <p>③ 水中不分離性を有していながら流動性が高い。</p> <p>適用箇所により以下の 2 種類を用意しており、ハンドミキサーおよび強制練りミキサー (パン型、2 軸) を用いて練混ぜを現場で実施する。</p> <p><b>Type A</b> 水中不分離用。若干の水が存在する箇所における狭い空間 (2 cm 程度以上)、障害物等のある部位に良好な充填が可能。</p> <p><b>Type C</b> 水中不分離用ミルクタイプ。湧水箇所、水中など水の存在する箇所狭い隙間 (1 ~ 4 mm) での充填が可能。</p> <p>性能の 1 例として</p> <p>① 水中気中強度比 90%以上 (土木学会「水中不分離性コンクリート設計・施工指針」準拠)</p> <p>② 幅 20cm かつ突起物等のある模擬試験体における流動勾配が従来品の 8.8%に対して 1.5%。</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> <ul style="list-style-type: none"> <li>・福島第一原子力発電所 #2、#3 号機海水配管トンネル閉塞工事</li> <li>・「ウインドパワーかみす洋上風力発電所」基礎工事 (鋼管杭と接続管の間詰め充填)</li> <li>・宮川用水導水路工事 (コンクリートパネル裏込め充填) ・その他 25 件の実績有り</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>水中かつ障害物が存在する狭隘な環境において、高い充填性を要求される箇所に適用可能と考える。課題としては打設方法および充填状況の確認があげられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術 (例)</p>	
<p>5. 備考</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	



〔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	除去機構	
タイトル	パラドックスベアリングを用いた剥離性塗膜用遠隔操作へらロボット	
提案者	株式会社エッチャンデス	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
<p>平面上で直行する 3 個ないし 4 個のサーボモータを用いて 3 自由度の球回転を制御(駆動と角度検知)するパラドックスベアリングにへらを取り付けて遠隔操作で塗膜を塗ったり剥離するロボット。例えばパラドックスベアリングを搭載した移動ロボット本体(例えば車輪やクローラ)を前後させながらへらを傾けて左右上下に動かすことで、まるで好み焼きやホットケーキを鉄板に伸ばしたり鉄板から剥がすように剥離性塗膜を塗ったり剥離する。コンプライアンス制御可能なサーボモータを用いれば、操作者が細かい制御をしなくても床や壁に沿いながらへらを動かすことができるので、遠隔からの操作者の負担を軽減し、作業効率を上げることができる。</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）		
なし。		
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	サーボモータ等が耐放射線仕様であること
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
4. 開発すべき技術（例）		
<p>現状は要素技術がばらばらの状態なので、全方向移動ロボットやカメラ、遠隔操作ソフトを含めたトータルなシステム設計が必要</p> <p>捻り方向に対する大トルクと 360 度回転を実現する 4 個のサーボモータを用いた干涉駆動</p>		
5. 備考		

除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	スパイクハンマーによる 汚染コンクリート除去システム		提案者 清水建設(株) ／栗田鑿岩機(株)
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】
汚染形態	液体・ <b>固体</b> ・粉体	適用除染場所環境	<b>有</b>
付着	ソフト・ <b>ハード</b>	<b>床</b> ・ <b>壁</b> ・ <b>天井</b>	無
浸透	浅い・ <b>深い</b>	機器表面・機器内面	反力 <b>有</b> ( )・無
核種	<b>γ</b> ・ <b>αβ</b>	配管内部・他	
【原理】		【回収方法】	
		局所フードにより、碎り片を吸引回収	
		【二次廃棄物の形態】 碎り片 集塵器フィルタ	
		【必要ユーティリティ】 電気、圧縮空気	
		【基本機器構成】 ・スパイクハンマー本体 ・ベースマシン ・局所フード ・集塵器	
【原理説明】 硬質ビットの打撃により、高効率で表面コンクリートを除去できるスパイクハンマーと、碎り片回収システムを組み合わせ、碎り片を回収しながら作業が可能。天井、壁、床面で適用可能		【安全対策他適用留意点】 碎り片を同時に回収できるので、作業員の被ばくを低減できる。	
【適用除染実績・除染効果(DF)例】		【除染能力・速度等】	
		碎り深さ 10mm で、 約 11～43m <sup>2</sup> /h	
粉じん回収率：98%以上		【寸法/質量(目安)】 ベースマシン：1～3t スパイクハンマー：60～300kg 集塵システム：200kg	
【特記事項】 反力が小さいため、小型重機で効率の良い作業が可能。		【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】 遠隔重機と組み合わせ、遠隔で碎り片の回収が可能	
		【引用・参考文献他】 小栗・鳥居・塚原、「汚染コンクリート除染技術の開発」、デコミッションング 技報第 30 号、2004 年 9 月、RANDEC	

[ 書式 2 - 1 ] セッション 1 ( 除染 ) 用

除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	油圧カッターによるデブリ取り出しまでの経路確保		提案者 パワーシステム (株)
【適用汚染形態】		【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・ <u>固体</u> ・粉体	適用除染場所環境	有・ <u>無</u>
付 着	<u>ソフト</u> ・ハード	床・ <u>壁</u> ・天井	反力 (有 (対象物により) ) ・ 無
浸 透	<u>浅い</u> ・深い	機器表面・機器内面	
核 種	・	<u>配管内部</u> ・ 他	
【原理】		【回収方法】	
油圧カッターによる汚染物質の付着した対象物の解体、撤去		作業者による手作業	
		【二次廃棄物の形態】	
		産業廃棄物	
		【必要ユーティリティ】	
		搬出装置や運搬台車	
		【基本機器構成】	
		油圧カッター 油圧ユニット ホース	
【原理説明】		【安全対策他適用留意点】	
汚染物質ごと対象物を解体し、除去する			
【適用除染実績・除染効果(DF)例】		【除染能力・速度等】	
なし		対象物による	
		【寸法/質量(目安)】	
		739×270×218mm 18.5kg	
		【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】	
		油圧+エンジン駆動ならば影響が低い為	
【特記事項】		【引用・参考文献他】	

[ 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	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
1．技術内容（特徴、仕様、性能など）	
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。	
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。	
切断力：7~65ton      重      量：8~21kg	
開刃寸法：95~360mm    使用圧力：50~70MPa	
切断実績： 100 電力 / 電気ケーブル , 配管 50×2t ,	
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 ,	
エレベーターケーブル , 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	
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    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    否    設計条件： - 2 0 ~ 8 0
ベデスタル内へのアクセス	可 <input checked="" type="radio"/> 否
燃料デブリ位置 / 性状調査	可 <input checked="" type="radio"/> 否
技術的情報の開示・改造対応	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    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	






〔書式 2-1〕セッション 1（除染）用

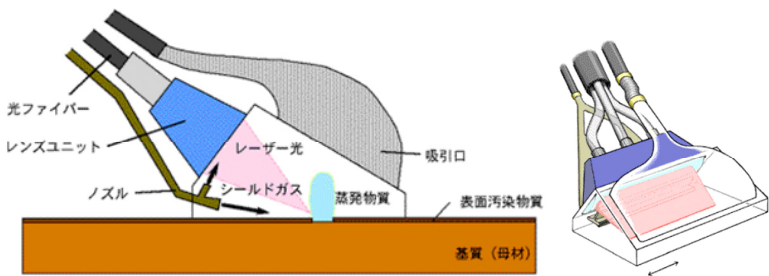
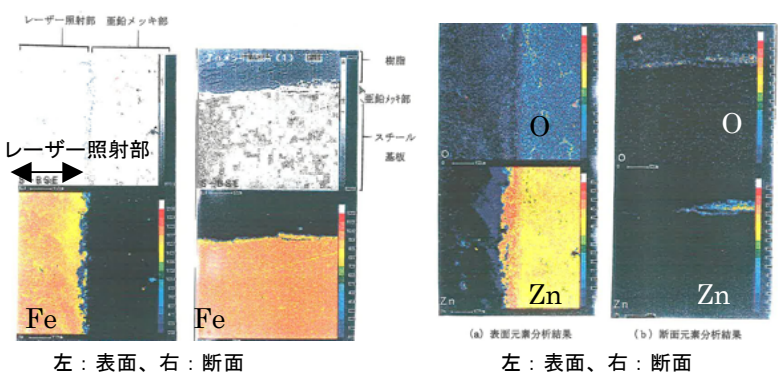
〔書式 2-2〕セッション 1（除染遠隔操作等）用



技術カタログ	
分類移動装置	遠隔操作・飛行型ビデオ偵察機器
タイトル	宇宙、飛行、高線量下の環境でも動作する耐破壊性再設定可能コンピュータチップ、及び高解像度映像圧縮・解凍チップ
提案者	Revatron 株式会社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>■ 技術概要</p> <p>高線量の環境下、高温環境でも利用可能、かつリアルタイムで高解像度（4k2k）の映像配信が可能な遠隔操作・飛行型ビデオ偵察機を実現することが可能となる技術。</p> <p>■ 保有技術の特徴や性能など</p> <p>① 「再設定可能のコンピュータチップ」</p> <p>【耐破壊性】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・従来のコンピュータチップと違い、本コンピュータチップは破壊されても自動的に 1 秒以内に再構築され、動作を続けることが可能。</li><li>・全体の 30%程度までが破壊されても通常動作が可能。（※ダイのみ）</li><li>・放射線によって穴を開けられても動作可能。（※ダイのみ）</li></ul> <p>【軽量、極小】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・本コンピュータチップは従来のコンピュータチップのように、放射線の影響による IC の誤作動を防ぐために金属で覆う必要なし。</li><li>・そのため、非常に軽く小さいチップを作ることが可能。</li></ul> <p>② 「高解像度映像・圧縮解凍技術」</p> <p>以下特徴は①のコンピュータチップ技術をもって、本技術を組み込んだチップを作ること前提としている。</p> <p>【高圧縮】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・画質 8k8k の映像をエンコードすることが可能。</li><li>・超高解像度映像を 10Mbps-50Mbps 間で圧縮可能なため無線もしくは、通常のイーサネット通信可能。</li></ul> <p>【耐高温・耐寒冷】 -40° ～110° の極端な温度差にも耐えることが可能。（※ダイの場合）</p> <p>【超低消費電力】 1 w以下</p> <p>【軽量・極小】 ダイサイズは 2 ミリ× 2 ミリ</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・①の技術を使ってチップ化することにより、金属で覆う必要のないチップにすることが可能。</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>Joint Strike Fighter（統合攻撃戦闘機）に使用するフライトコントロールコンピューター</p>	

と、グラフィック／ディスプレイコンピューターエンジンのリアルチップを、技術要求・仕様を全てクリアした上で開発。[米国、2004 年完了]
<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>・上記実績のように、特に軍事用途のような極限状態でも誤作動のないチップを開発してきたため、高線量や熱など、機械を破壊する恐れのある状況に対し耐性の強いコンピュータチップを提供することが可能であるため、適用可能と考えている。</li> </ul>
4. 開発すべき技術（例）
<p>5. 備考</p> <p>■ 本技術により実現可能となる装置</p> <p>【遠隔操作型 ビデオ飛行偵察機・超小型ロボット実現】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・極小、超軽量のため飛行型ビデオ探査機や超小型ロボットに搭載することが可能。</li> <li>・高線量下、高温下の環境でも無線で使うことが可能。</li> </ul>



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> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <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> <div style="text-align: right;">  </div> <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>	

除染技術カタログ			技術区分 NO.		頁
技術名称	レーザー除染装置			提案者	レーザー技術総合研究所
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・ <b>固体</b> ・ <b>粉体</b>	適用除染場所環境		有 ・ <b>無</b>	
付着	<b>ソフト</b> ・ <b>ハード</b>	<b>床</b> ・ <b>壁</b> ・ <b>天井</b>			
浸透	<b>浅い</b> ・ 深い	<b>機器表面</b> ・機器内面			
核種	<b>γ</b> ・ <b>α β</b>	配管内部 ・ 他		反力	有 ( ) ・ <b>無</b>
【原理】				【回収方法】	
				・ 吸引回収	
レーザーを用いた放射能汚染除去装置のヘッドの概念図 光ファイバーでレーザー光を導き対象物表面をクリーニングし、はぎ取られた表面汚染物質は吸引して集められる。 (図提供：(株)アトックス、「ビジュアルレーザーの科学」より)				【二次廃棄物の形態】	
				・ 粉塵を吸引した粗フィルタ、HEPA フィルタ	
				【必要ユーティリティ】	
				・ 電源	
				【基本機器構成】	
				・ ベースマシン	
				・ レーザー発振器	
				・ ファイバ伝送/集光装置	
				・ 吸引機	
【原理説明】				【安全対策他定容留意点】	
除染対象物にエネルギー密度を高めたレーザー光を照射しアブレーションを起こすことで表面汚染物を除去する。				遠隔操作のため労働安全対策が大幅に軽減される。	
【適用除染実績・除染効果(Df)例】				【除染能力・速度等】	
				出力 2kW レーザーで 1m <sup>2</sup> 、深さ 10 μm を 30 分で除染。	
左：表面、右：断面				【寸法/質量 (目安)】	
スチール表面に5 μm 厚の亜鉛メッキを施した模擬サンプルにレーザーを掃引速度 2mm/s で照射した。サンプルの表面及び断面の元素分析マップを示す。				【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】	
【特記事項】				除染対象物の形状に対応したアタッチメントヘッドを開発することにより、狭隘箇所でも適用可。	
パルスレーザーを用いることでレーザーエネルギーに対する除去効率が向上する。				【引用・参考文献他】	
				共同研究報告書「レーザー光除染の実用化研究」(平成 10 年度)：関西電力、レーザー総研、アトックス	

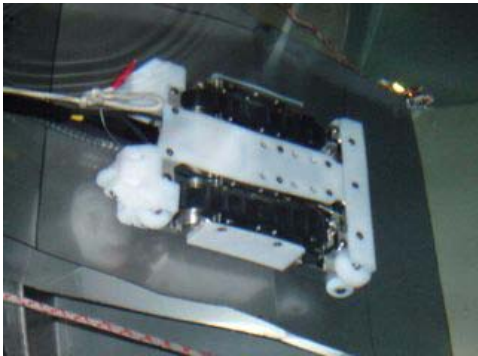
除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	研削除染、付着物除去回収技術		提案者 (株) 竹中工務店
【適用汚染形態】		【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・(固体)・粉体	適用除染場所環境	有・ <b>無</b>
付着	ソフト・ <b>ハード</b>	床・壁・ <b>天井</b>	反力 (有) <b>ジャッキ</b> ・ 無
浸透	<b>浅い</b> ・ 深い	機器表面 ・ 機器内面	
核種	$\gamma$ ・ $\alpha\beta$	配管内部 ・ 他	
【原理】		【回収方法】	
 <p>・ 吹付けアスベスト除去用として開発したロボットシステム</p> <p>・ 除去装置、制御技術、分離回収装置とも壁、天井等の除染技術としてそのまま適用可能な技術</p> <p>・ 7軸マニピュレータの冗長性制御および力制御方法を開発</p>		<p>・ 吸引圧送、サイクロン分離</p> <p>【二次廃棄物の形態】</p> <p>・ 粉体</p> <p>・ フィルタ類</p> <p>【必要ユーティリティ】</p> <p>・ 200V 電源</p> <p>【基本機器構成】</p> <p>・ 自走式昇降台車</p> <p>・ 7軸マニピュレータ</p> <p>・ 除去装置 (回転ブラシ等)</p> <p>・ 吸引装置、フィルタ</p> <p>・ サイクロン分離装置</p>	
【原理説明】		【安全対策他適用留意点】	
<p>・ 自走式昇降台車に搭載されたマニピュレータ先端の切削装置により削り取り、吸引圧送して分離回収</p> <p>・ 力制御を行い、遠隔操作、範囲指定の自動除去が可能</p>		<p>・ 不整地移動、姿勢制御機能等を別途開発しており適用可能</p>	
【適用除染実績・除染効果(DF)例】		【除染能力・速度等】	
<p>・ 除染実績はないがアスベスト除去は高さ 5.5m までの梁および天井について複数現場で実証試験により性能を確認</p> <p>・ 殆ど粉塵を発生させることなくほぼ計画通り除去を実施でき、除去装置およびマニピュレータの力制御等の有効性を確認</p>		<p>・ 処理能力 45m<sup>2</sup>/日 (アスベスト)</p> <p>・ 最大速度 18m<sup>2</sup>/h (アスベスト)</p>	
   <p>吸引・回収装置      制御装置      除去ロボット</p>		<p>【寸法/質量(目安)】</p> <p>除去ロボット： 幅 0.8×長 1.7×高 1.8~5(m) /質量 820kg</p> <p>【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>建物の除染はアスベストと共通の技術であり実施工で実証済み</p>	
【特記事項】		【引用・参考文献他】	
<p>・ 耐放射線機能は今後新しく検討する必要がある。</p> <p>・ 電源ケーブル等遠隔操作距離に制約があり改良が必要。</p> <p>・ 先端の研削ツールの除染性能については確認が必要</p> <p>・ 先端ツールの交換により、検査、軽作業等が可能。</p>		<p>・ 建設ロボットシンポジウム 論文集 (2008 年、2010 年)</p>	

除染技術カタログ		技術区分 NO.	頁
技術名称	準非熱剥離レーザー除染		提案者 財団法人エネルギー 研究センター／ 日本原子力研究開発機構
【適用汚染形態】		【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・無
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	ホット除染試験済、 ロボットと連成試験中
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面	
核種	$\gamma$ ・ $\alpha\beta$	配管内部・他	
【原理】		反力	有 ( )・無 ( )
<p><b>レーザー除染の作動説明</b></p>  <p>準非熱剥離の原理</p>		<p><b>【回収方法】</b></p> <p>蒸散／昇華粉塵のガス集塵機          (水封式・乾式) による回収</p>	
<p><b>レーザー集光機構</b></p> 		<p><b>【二次廃棄物の形態】</b></p> <p>粉塵 (金属酸化物)、粉塵を捕集した          フィルタ</p>	
<p><b>レーザー除染機スキャナー</b></p> 		<p><b>【必要ユーティリティ】</b></p> <p>電源、圧縮空気、冷却水</p>	
<p><b>システム構成</b></p> 		<p><b>【基本機器構成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元レーザースキャナー</li> <li>・伝送ファイバー</li> <li>・ファイバーレーザー</li> <li>・集塵機</li> </ul> <p>(ロボットアーム)          (ロボットクローラー)</p>	
<p><b>【原理説明】</b> 準非熱剥離レーザー除染装置は、安価なCW動作レーザー、高速3次元計測により汚染対象物の表面にレーザーを集光し、3次元強集光高速走査により蒸散昇華させて除染。クローラー上のロボットアームに除染装置を搭載し、建屋内の除染に適用可能。</p>		<p><b>【安全対策他適用留意点】</b></p> <p>レーザー取扱講習、レーザー安全教育が必要。</p>	
<p><b>【適用除染実績・除染効果(DF)例】</b></p> <p>【適用した除染実績】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・系統除染後のふげん1次冷却水配管内面(SUS)のクリアランスレベル(Co60換算で0.1Bq/g)以上の部分を除染し、0.04-0.03Bq/gまで低減。</li> <li>・ふげん1次冷却水にさらされていた構造体(SUS)500-900Bq/gの汚染物を数Bq/g以下に除染。</li> </ul> <p>【除染効果(DF)例】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・非熱的に蒸散昇華することから再汚染が少ないと考えられる。</li> <li>・剥離深さは100μm以上も可能であり、DF:10000より高い値が期待。</li> </ul> <p>【参考:IAEAの報告(3)】</p> <p>剥離深さ1-5μm⇒DF:1-5、剥離深さ2-10μm⇒DF:5-50、          剥離深さ5-30μm⇒DF:50-10000</p>		<p><b>【除染能力・速度等】</b></p> <p>除染係数:10000以上          処理面積速度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型0.3kW:0.2-4m<sup>2</sup>/h</li> <li>・大型3kW:4-20m<sup>2</sup>/h</li> </ul>	
<p><b>【特記事項】</b></p> <p>【適用性】 金属とコンクリート(表面樹脂含む)の両方の素材に対し有効。</p> <p>【信頼性・経済性】 ファイバーレーザー本体は、メンテフリー。          (MTBF10万時間以上の長寿命)</p> <p>【問題点】 外国製ファイバーは耐放射線性が悪い。国産品への交換が必要。</p>		<p><b>【寸法/質量(目安)】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スキャナー:6kg</li> <li>・電源本体(小型):25kg</li> <li>(大型):100kg</li> <li>・集塵機等:20kg</li> </ul>	
<p><b>【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>【根拠】 ホット試験での実績あり</p> <p>【課題】 ファイバーの耐放射線性          駆動装置との連携</p>		<p><b>【引用・参考文献他】</b></p> <p>(1) 峰原、レーザー研究2012年3月165-170。          (2) 峰原、デコミシニング技報No45,          Mar,2012、10-18。          (3) L. E. Boing, Oct 2006, IAEA,          IAEA TRS #348, #373, #395, #439, #440。</p>	



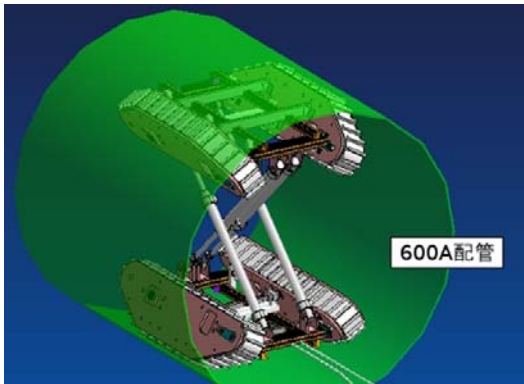
除染技術カタログ			技術区分 NO.				頁				
技術名称			散水ブラッシング除染			提案者		株式会社アトックス			
【適用汚染形態】						【遠隔除染への適用実績】					
汚染形態		液体・固体・粉体		適用除染場所環境		有・無		有線による遠隔操作			
付着		ソフト・ハード		床・壁・天井							
浸透		浅い・深い		機器表面・機器内面							
核種		γ・αβ		配管内部・他		反力		有( )・無			
【原理】						【回収方法】					
<p>ブラシ部断面</p>  <p>吸引部</p> <p>DCモータ内蔵型ユニット</p> <p>ブラシ 散水管</p> 						・吸引回収					
						【二次廃棄物の形態】					
						・遊離性汚染物質を含んだ汚水					
【必要ユーティリティ】						・電源、水					
【基本機器構成】						・DCモータ内蔵型ブラシ ・散水管 ・吸引機構（集塵機 等）					
【原理説明】						【安全対策他適用留意点】					
ブラシカバー内にある散水管から散水し、モータ内蔵型のブラシでブラッシングを行う。汚水はブラシカバーにノズルを取り付けた吸引機構で回収する。						ブラシ内部に駆動機構を組み込むことで、ベルト等の部品を削減している。					
【適用除染実績・除染効果(DF)例】						【除染能力・速度等】					
原子炉ウエルの壁面除染で作業実績のある壁面除染装置に使用しているブラッシング機構を使用。						・ブラシ回転速度:300～400rpm ・ブラシ切込量 :7.5mm					
・ブラシ部仕様 ロールブラシ（二つ割） ブラシ材質：6-6 ナイロン ブラシ砥材：＃240						【寸法/質量(目安)】 ・ブラシ幅:380mm ・質量:2.7kg					
						【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】 ブラッシング技術は多数の原子力プラントで実績あり。					
【特記事項】						【引用・参考文献他】					

〔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	点検清掃																								
タイトル	小型点検清掃装置																								
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>炉内構造物やタンクなど、狭隘部やφ300 程度までの配管内を走行する装置。耐水深 30m までの防水性能が有り、吸引ノズルなどの組み合わせにより、堆積したスラッジ等の回収も可能である。</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <table border="1" style="margin-right: 20px;"> <caption>表 小型点検清掃装置 仕様</caption> <tr> <td>外形寸法</td> <td>W190×L285×H65mm</td> </tr> <tr> <td>質 量</td> <td>7.0kg</td> </tr> <tr> <td>走行速度</td> <td>～9 m/min</td> </tr> </table>  </div> <p style="text-align: right;">写真 小型点検清掃装置</p>		外形寸法	W190×L285×H65mm	質 量	7.0kg	走行速度	～9 m/min																		
外形寸法	W190×L285×H65mm																								
質 量	7.0kg																								
走行速度	～9 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>原子力プラント用途に実績あり。</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" 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>実績あり</td> </tr> <tr> <td>高温環境（60℃）での使用</td> <td>Ⓐ・否</td> <td>実績あり</td> </tr> <tr> <td>ペデスタル内へのアクセス</td> <td>Ⓐ・否</td> <td>床面走行によるアクセスは可能</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	実績あり	高温環境（60℃）での使用	Ⓐ・否	実績あり	ペデスタル内へのアクセス	Ⓐ・否	床面走行によるアクセスは可能	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	実績あり																							
高温環境（60℃）での使用	Ⓐ・否	実績あり																							
ペデスタル内へのアクセス	Ⓐ・否	床面走行によるアクセスは可能																							
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>ホース・ケーブルの取り回し機構、広域確認用カメラの取り付け</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	移動機構																								
タイトル	配管内伸展型走行装置																								
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>500A～600Aの配管を対象とした走行装置。 堆積物などにより閉塞した箇所や垂直管内でも管の形状に追従して走行することができる。</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <table border="1" style="margin-right: 20px;"> <caption>表 配管内伸展型走行装置 仕様</caption> <tr> <td>外形寸法</td> <td>W360×L420×H300～640mm 高さはシリンダにより可変</td> </tr> <tr> <td>質 量</td> <td>14.0kg</td> </tr> <tr> <td>走行速度</td> <td>最大 4.9m/min</td> </tr> </table>  </div> <p style="text-align: center;">図 配管内伸展型走行装置</p>		外形寸法	W360×L420×H300～640mm 高さはシリンダにより可変	質 量	14.0kg	走行速度	最大 4.9m/min																		
外形寸法	W360×L420×H300～640mm 高さはシリンダにより可変																								
質 量	14.0kg																								
走行速度	最大 4.9m/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>実績なし（現在 研究開発中）</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> <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>検証が必要</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	検証が必要	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	検証が必要																							
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>点検用カメラの設置、非破壊検査装置等付帯機器の設置</p>																									
<p>5. 備考</p>																									

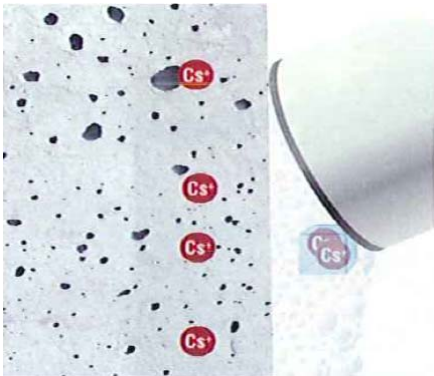

〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

技術カタログ																				
分類	除染・移動機構（底部平面）																			
タイトル	遠隔ジェット洗浄・回収装置																			
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）																				
遠隔操作で走行するクローラユニットに搭載したノズルにて、床面洗浄と同時に洗浄水の回収を行う（残水処理不要）。また、クローラユニットは防水型であるため、水中での操作が可能。																				
<div><div></div><div></div></div>																				
<div><div>クローラユニット</div><div>廃液回収・移送ユニット</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。試験機社内試験中。																				
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																				
地下、PCV 内部等、冠水区域の調査、建屋内の床面の除染に適用																				
<table><tr><td>適用課題</td><td>可否</td><td>備考・根拠</td></tr><tr><td>放射線環境での使用及び高温環境（60℃）での使用</td><td>可</td><td>検証が必要</td></tr><tr><td>アクセス性</td><td>可</td><td>水底にアクセス可能であれば</td></tr><tr><td>燃料デブリ位置/性状調査</td><td>否</td><td>計測装置が必要</td></tr><tr><td>技術情報の開示・改造</td><td>可</td><td>対象に合わせ改造可、情報開示は制限あり</td></tr><tr><td>運転技術者の派遣</td><td>可</td><td>福島第一に常駐要員がおり対応可能</td></tr></table>			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	検証が必要	アクセス性	可	水底にアクセス可能であれば	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
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	検証が必要																		
アクセス性	可	水底にアクセス可能であれば																		
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）、ホース・ケーブル送出し機構、計測装置との組み合わせ、回収水処理方法																				
5. 備考																				
クローラユニットに他機構（ブラシ、計測装置等）を搭載可能																				

〔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（底部平面）	
タイトル	水底クリーナ	
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）		
遠隔操作で走行するクローラユニット先端の吸引ノズルにより、底部の堆積物を吸引回収する。		
<div><div><p>外部吸引型</p></div><div><p>ポンプ搭載型</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）		
国内原子力発電所（志賀、伊方、東海、）、熱供給プラント等、多数		
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	水底にアクセス可能であれば
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	対象に合わせて改造可能、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）、ケーブル送出し機構、回収物処理方法		
5. 備考		

除染技術カタログ		技術区分 No.	頁	
技術名称	吸引回収式吸着エアースラスト装置		提案者	(株)アトックス
【適用汚染範囲】			【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有 ・ 無	
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井		
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面		
核種	γ・αβ	配管内部・他	反力	有(ブラストガン)・無
【原理】			【回収方法】 吸引回収	
			【二次廃棄物の形態】 研削材・フィルター	
			【必要ユーティリティー】 電源・SA	
			【基本機器構成】 ・落下防止及び上下走行ウインチ ・吸着走行装置 ・直圧式エアースラスト装置 ・吸引回収装置	
			【原理説明】 サクシオン式吸盤にて壁面に張り付き、ローラにて横行する。回転式エアースラストにて研削材を投射して除染する。研削材と剥離物は吸引回収され集塵装置にて回収される。研削材は再利用される。(汚染濃度により廃棄される。)	
【適用除染実績・除染効果(DF)値】 鋼材において、エアースラストにより 除染前 30,000cpm→除染語検出限界以下 他多数実績有り。			【除染能力・速度等】 適用除染実績参照	
			【寸法/質量(目安)】 バキュームプラスト/ (W2,400×L1,100×H2,150/1,000kg 回収用プロア/ 1,200×L1,100×2,200/ 1,200kg コンプレッサー/37kW	
			【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】	
【特記事項】 エアースラスト装置とエアースラストの距離は 20～40m に制限される。			【引用・参考文献他】	

除染技術カタログ			技術区分 No.		頁	
技術名称	泡除染剤(ラド・リリース)			提案者	(株)アトックス Environmental Alternatives, Inc. パテルジャパン(株)	
【適用汚染範囲】				【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・ <del>固体</del> ・粉体	適用除染場所環境		有	9m 離れての噴霧実績	
付着	ソフト・ <del>ハード</del>	床・壁・天井		・	有り	
浸透	浅い・深い	機器表面・ <del>機器内面</del>		無		
核種	$\gamma$ ・ $\alpha$ ・ $\beta$	配管内部・他		反力	有( )・無	
<div>【原理】</div> <div></div>				【回収方法】 吸引回収		
				【二次廃棄物の形態】 液体(乾燥させた場合、スラッジ状)		
				【必要ユーティリティー】 電源		
				【基本機器構成】 ・発泡機 ・吸引回収機 ・廃液保管用タンク ・蒸発乾燥機(廃液減容用)		
				【安全対策他適用留意点】		
<div>【原理説明】</div> <p>対象面に薬剤を噴霧すると、薬剤(泡)の中に含まれる錯体に対象核種(Cs137 等)を取り込み、キレート錯体を形成する。薬剤を吸引回収することにより対象核種も回収する。</p>				<div>【除染能力・速度等】</div> <p>薬剤噴霧後、1時間ほど乾燥させる必要がある。</p>		
<div>【適用除染実績・除染効果(DF)値】</div> <p>メインヤンキー原子力発電所(アメリカ): →コンクリート面において、DF=13 アイダホ国立研究所(アメリカ): →SUS 材やアルミニウム材で、DF=100</p> <div></div>				<div>【寸法/質量(目安)】</div> <p>使用機器は、一般市販機で対応可能。 80m<sup>2</sup>の除染に、おおよそ 10L 必要。</p> <div>【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】 噴霧および回収が容易に行えるため、遠 隔除染に適している。 二次廃棄物の核種封じ込めに係る安定性 確認が必要。</div>		
【特記事項】				【引用・参考文献他】		

〔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	除染のための遠隔操作技術																			
タイトル	ツールの遠隔交換装置																			
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>高放射線，水中または湿度の高い環境において，除染や解体で必要となる複数のツールの交換をする場合の遠隔交換装置の設計例。ケーブルや配管を各種ツールに接続した状態でケーブルリール等を用いて収納，作業場所までの延長をすることにより，遠隔作業のツール交換で課題となる，ケーブル・配管の接続作業を不要とし，接続の際の水分による絶縁不良などの様々な技術的な問題を排除できる遠隔ツール交換装置。</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>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>実績の有る要素の組み合わせで構成できる</td> </tr> <tr> <td>水分対策</td> <td>○可・否</td> <td>配線のコネクタ接続が不要</td> </tr> <tr> <td>対象までのアクセス</td> <td>○可・否</td> <td>ケーブルリールにより対応</td> </tr> <tr> <td>拡張性</td> <td>○可・否</td> <td>状況に応じて追加ツールの適用可能</td> </tr> <tr> <td>緊急時の対応</td> <td>○可・否</td> <td>ツールの引っ掛け時に切り離しが容易</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	実績の有る要素の組み合わせで構成できる	水分対策	○可・否	配線のコネクタ接続が不要	対象までのアクセス	○可・否	ケーブルリールにより対応	拡張性	○可・否	状況に応じて追加ツールの適用可能	緊急時の対応	○可・否	ツールの引っ掛け時に切り離しが容易
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	実績の有る要素の組み合わせで構成できる																		
水分対策	○可・否	配線のコネクタ接続が不要																		
対象までのアクセス	○可・否	ケーブルリールにより対応																		
拡張性	○可・否	状況に応じて追加ツールの適用可能																		
緊急時の対応	○可・否	ツールの引っ掛け時に切り離しが容易																		
<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	作業者の防護装備
タイトル	災害対策用ロボットスーツ
提案者	CYBERDYNE 株式会社
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>作業者が装着するロボットスーツ。</p> <p>放射線遮蔽用装備 (γ線減衰率は5割程度:CS-137)を装着可能。</p> <p>(作業性を向上させたものを開発中)</p> <p>冷却装置 (WBGT21〜28程度) を装備可能。(開発中)</p> <p>装着者のバイタル情報 (心拍数、体温等) をモニタリング可能。</p> <div data-bbox="421 833 1083 1377">  <p>The diagram shows a worker from the back, wearing a blue protective suit. Arrows point to various components with labels:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>放射線遮蔽用装備</b> (Radiation shielding equipment): <ul style="list-style-type: none"> <li>・柔軟性を有する (Has flexibility)</li> <li>・転倒時の衝撃緩和 (Reduces impact during falls)</li> </ul> </li> <li><b>内部フレーム</b> (Internal frame): <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐衝撃構造 (Impact-resistant structure)</li> <li>・転倒時の衝撃緩和 (Reduces impact during falls)</li> </ul> </li> <li><b>フレーム外装</b> (Frame exterior): <ul style="list-style-type: none"> <li>・表面は弾性体構造 (Surface is elastic body structure)</li> <li>・転倒時の衝撃緩和 (Reduces impact during falls)</li> </ul> </li> <li><b>膝パッド</b> (Knee pad): <ul style="list-style-type: none"> <li>・転倒時の衝撃緩和 (Reduces impact during falls)</li> </ul> </li> <li><b>転倒防止用杖</b> (Fall prevention cane): <ul style="list-style-type: none"> <li>・伸縮構造 (Expandable structure)</li> <li>・背面へ設置可能 (Can be installed on the back)</li> </ul> </li> </ul> </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>2011年F1,F2の現場作業員にて評価済み。</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>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	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 FRIGO-M」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 70cm 以下、45 度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 70cm 以下の場所で方向転換が可能である。  形状: WHD 約 490 x 850 x 550 (サブクローラ展開時 900)  性能: ・連続稼動時間 3 時間以上 (制御、通信およびセンサー系電源の規定)  (原子炉建屋内、5F までの往復可能)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本体重量 約 35kg</li> <li>・ケーブルリール搭載により、300mの光ファイバー通信が可能 (無線も対応)</li> <li>・積載重量 5kg 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 IP67</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、23 年度中に消防庁へ 8 台納入される。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、20Sv 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>・80 度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

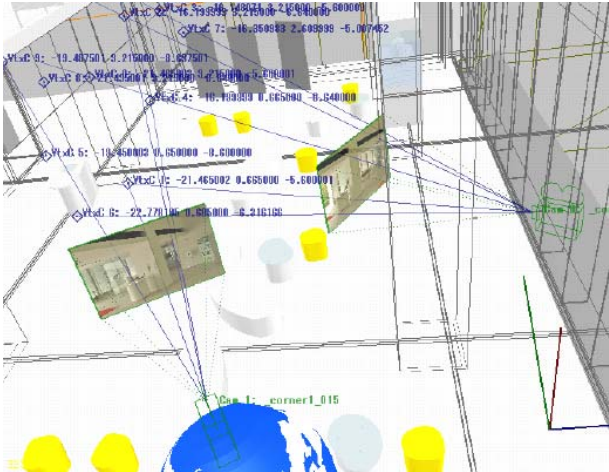
技術カタログ	
分類移動装置	移動機構、作業機構
タイトル	原子炉建屋内調査ロボット
提案者	三菱電機特機システム株式会社
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>（1）遠隔操縦可能なクローラ走行型の耐環境性能を有する移動体。  消防防災用に既に実用化が完了している「消防用偵察ロボット <b>FRIGO-M</b>」を今回の原発事故対応のために改良をしたモデルである。狭隘な建屋内調査に特化した形状、性能を有する。特に地下空間を探索することを目標に改良実施した。  特徴：幅 <b>70cm</b> 以下、<b>45 度</b> 勾配程度の濡れた縞鋼板等の材質の階段の昇降が可能で、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 8 台納入される。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２－２〕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	ドライアイスブラスト搭載アイロボット	
タイトル	除染遠隔操作用「ドライアイスブラスト搭載アイロボット」	
提案者	株式会社 東洋ユニオン	
1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）		
<ul style="list-style-type: none"><li>・アイロボットにドライアイスブラスト装置を搭載した自走洗浄ロボットです。</li><li>・ガンホースは最大30mまで延長可能、優れた洗浄効果を実現。</li><li>・局所フード搭載用ロボットとの併用が可能</li><li>・超高压～低压タイプまで状況に合わせ機種を選択できます。</li><li>・オール SUS 有害物質が付着しても洗浄可能です。</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）		
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
高温環境（60℃）での使用	可・否	設計条件：10～60℃
ペデスタル内へのアクセス	可・否	自走コントロール可能
燃料デブリ位置/性状調査	可・否	ロッド先端カメラ搭載
技術情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じたカスタマイズ可能
運転・運用技術者の派遣	可・否	福島第一原子力発電所に派遣可能
4. 開発すべき技術（例）		
<ul style="list-style-type: none"><li>・負圧機器、排気ダクト等の配置、設置におけるセット工事～等</li></ul>		
5. 備考		
<div><div><p>ドライアイスブラストフード</p></div><div><p>ロボットに搭載</p></div></div>		

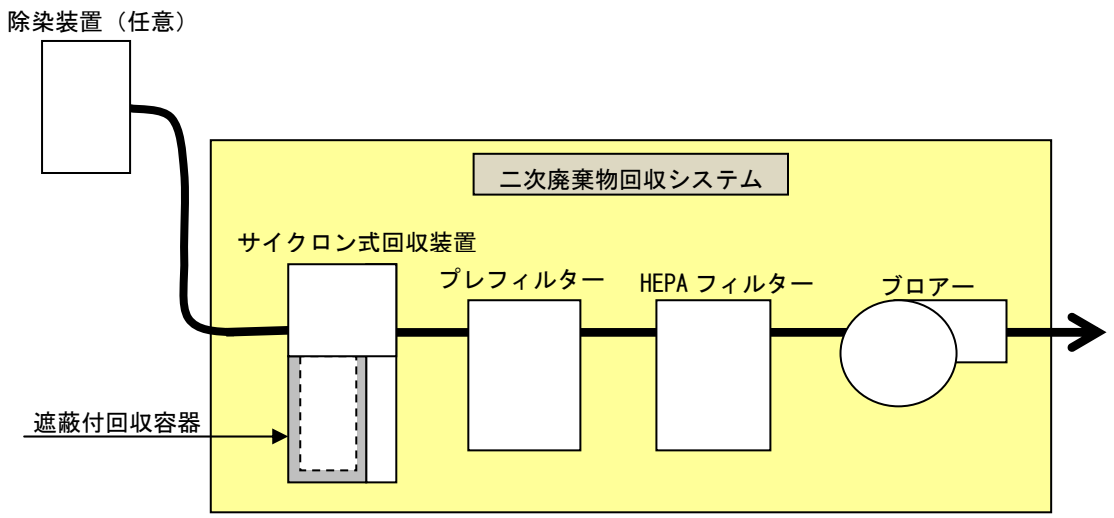
除染技術カタログ			技術区分 NO	頁
技術名称	ドライアイスブラストシステムと負圧技術を使用した除染技術		提案者	(株)東洋ユニオン 大成建設(株)
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】	
汚染形態	液体 ( ) 固体 ( ) 粉体 ( )	適用除染場所環境	有 ・ (無)	
付着	(ソフト) ・ (ハード)	(床) (壁) (天井)		
浸透	(浅い) ・ (深い)	(機器表面) ・ (機器内面)		
核種	( $\gamma$ ) ・ ( $\alpha$ $\beta$ )	(配管内部) (他)	反力	(有) ) ・ 無
<b>【原理】</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ドライアイスブラストの原理</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>集塵フードの状況</p> </div> </div> <p>ドライアイス吹付け、汚染物を剥離する技術である。          ドライアイスが瞬時に昇華、ガス化するため、発生する二次廃棄物を低減することが可能である。          また、負圧ブースを取り付けることによって、二次廃棄物の拡散を防止することが可能である。</p>			<b>【回収方法】</b> 吸引回収  <b>【二次廃棄物の形態】</b> ・粉塵 ・粉塵回収装置のフィルタ等  <b>【必要ユーティリティ】</b> ・電源  <b>【基本機器構成】</b> ・ドライアイスブラスト装置 ・局所集塵フード ・集塵装置(ファン、フィルタ等) ・コンプレッサー	
<b>【原理説明】</b> ドライアイスペレットを超音速まで加速し、汚染対象物に吹付けることによって、汚染対象物の表面上でドライアイスが小爆発を起こし、汚染物を剥離する技術である。			<b>【安全対策他適用留意点】</b> 1.酸欠対策 2.負圧対策	
<b>【適用除染実績・除染効果(DF)例】</b> 環境省 水・大気環境局の実施する「警戒区域 高線量放射線除染技術」に提案中			<b>【除染能力・速度等】</b> ・除染速度: 約 1 m <sup>2</sup> /min ・ドライアイス使用量: 約 1kg/min  <b>【寸法/質量(目安)】</b> 代表例 ・寸法: 450mm × 400mm × H: 900mm ・重量: 約60Kg  <b>【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> ・二次廃棄物抑制 ・鉄骨や埋込金物等の鋼板とコンクリートを同時に除染できる工法	
<b>【特記事項】</b> 汚染水や照射メディアが廃棄物となることがなく、二次廃棄物が少ない工法である。 鉄骨や埋込金物等とコンクリートが隣接している場合においても、同時に除染できる工法である。			<b>【引用・参考文献他】</b> ドライアイスブラストシステムと 負圧技術を使用した 高線量放射線の除染技術提案書	

〔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	計測装置
タイトル	遠隔画像計測システム（除染調査用）
提案者	大成建設㈱
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>損傷した建屋の除染計画では、装置のアクセス性などの詳細検討が必要である。検討では建屋の 3D 設計モデルを用いるのが一般的と考えられるが、現場と設計モデルとは異なることが予想されるため、事前調査で現状を把握し、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 を融合すること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>・ターゲットマーカー、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>	

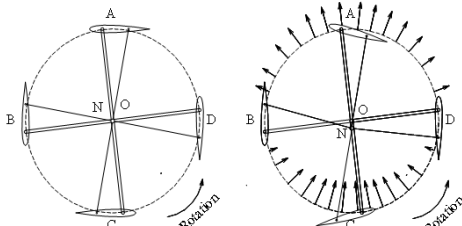
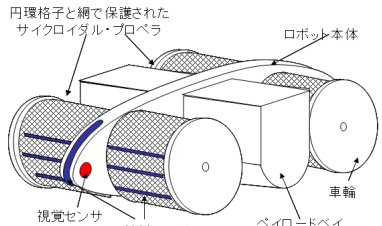

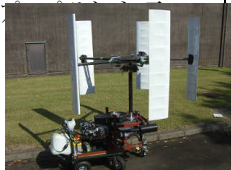


〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用

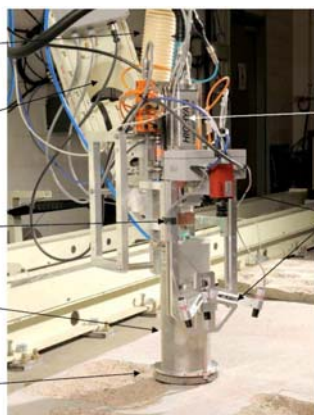
技術カタログ	
分類	除染二次廃棄物取扱技術
タイトル	二次廃棄物回収システム
提案者	大成建設(株)
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>任意の遠隔除染装置との組合せまたは単独で、除染作業で発生する二次廃棄物（破砕片、粉塵等）を遠隔で吸引回収するシステムである。サイクロン式回収装置では、回収容器の内側に遮蔽コンクリートを内巻した遮蔽容器を使用し、破砕片、粉塵等を回収する。排気は、プレフィルター、HEPA フィルターを介して、既存の排気システム等へ接続する。</p> <p>除染装置（任意）</p>  <p>サイクロン式回収装置</p> <p>プレフィルター</p> <p>HEPA フィルター</p> <p>ブロアー</p> <p>遮蔽付回収容器</p> <p>二次廃棄物回収システム</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）</p> <p>プレフィルター、HEPA フィルターを用いた排気システムは原子力施設で広く使用されている。サイクロン式粉塵回収装置（遮蔽機能なし）は、一般産業での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>サイクロン式回収装置、フィルター類の性能は実証されており、回収容器の遠隔による交換作業等は比較的容易と考えられ、適用性があると考えられる。</p>	
<p>4. 開発すべき技術（例）</p> <p>通常、回収容器の交換等は人力で行っており、遮蔽付回収容器の遠隔交換技術の開発が必要である。また、除染装置との組み合わせ技術が必要となる。</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)

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>	

[書式 2-1] セッション 1 (除染)用

除染技術カタログ		技術区分No	頁	
技術名称	レーザー除染と切断		提案者	ONET TECHNOLOGIES
適用汚染形態			遠隔除染への適用実績	
汚染形態	液体 ✓固体 粉体	適用除染場所 環境	✓有 無	
付着	ソフト ✓ハード	✓床 ✓壁 ✓天井		
浸透	浅い ✓ 1 - 2 cm の深さ	機器表面/機器内面		
核種	✓γ - ✓αβ	配管内部 ✓他	反力	有( ) ✓無
<p>原理</p> <p>レーザーグループと結びついたレーザーヘッドは経路のコンクリートを 2 cm の深さまで荒削りする。ヘッドレーザーはレール上またはブロック上のアームロボットに支えられるか、またはトロリーに支えられている。破片はポンプで戻されドラムの中に納まる。 5kW のレーザーは、10mm以下の厚さで 10m×10mの表面の処理をおよそ 180 時間持続でき、1,3m3 の廃棄物を生成する。</p> <div><div>抽出された破片</div><div>6 軸ロボット</div><div>エアナイフ レンズ保護</div><div>破片回収チューブ</div><div>ステンレス製ワイヤー ブラシシール</div><div></div><div>オブティカル プロセス ヘッド</div><div>ビジョン システム</div></div> <td colspan="2">回収方法 根源での吸引</td>			回収方法 根源での吸引	
			二次廃棄物の形態 無し	
			必要ユーティリティ 電力	
			基本機器構成	
原理の説明			安全対策他適用留意点	
適用除染実績・除染効果(DF)例			除染能力・速度等 1 cm あたり 0.5 m <sup>2</sup> /h	
			寸法・質量(目安) 8 kg	

	<p>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：可</p> <p>高温度：可</p>
<p>特記事項</p> <p>高濃度放射能に汚染された環境での除染</p>	<p>引用、参考文献等</p> <p>Sogeval facility at Pierrelatte (フランス)</p>
aci	

技術カタログ	
分類	解体専用機器
タイトル	軌道切断機
提案者	ONET TECHNOLOGIES
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>本軌道切断機は、Chooz A 原子力発電所の第一回路の管路を切断するために使用された。管の取付口は直径 150 -600 mm。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>直径500－600mmの管の取付口用軌道切断機。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>作業中の切断機。</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>直径150－200mmの管の取付口用軌道切断機</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>Chooz A 原子力発電所の第一回路の管路を解体。</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

解体、管路の切断。

適応課題	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
ペデスタル内へのアクセス	可	
燃料デブリ位置/性状調査	可	
技術情報の開示・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2-2] セッション1 (除染遠隔操作等) 用

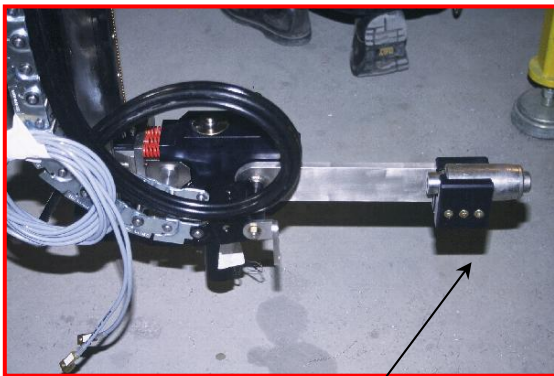
技術カタログ	
分類	除染遠隔操作機器
タイトル	ハイドロデモリッション一式
提案者	ONET TECHNOLOGIES
<p>1. 技術内容 (特徴、仕様、性能など)</p> <p>コンクリート処理向け THP (超高圧) ウォーター除染セット。 一式内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 吊タイプキャリアー装着の高压水噴射(1000 バール、110l/分)</li> <li>○ 水処理のサブセットは以下を含む。 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 水と残骸の回収および分別用ホッパー</li> <li>■ 排水の上澄み除去装置</li> </ul> </li> </ul> <p>コンクリートは超高圧による水の噴射の振動力で破砕する。使用する圧力／流量の選択、ノズルのタイプ、噴射ヘッドの動きの組み合わせにより様々な結果を得ることができる。 キャリアーは油圧供給で、処理ゾーンへの超高圧水噴射の位置決めを可能にしている。</p> <p>ハイドロデモリッションと廃棄物処理に関する全ての操作は、ビデオ監視のもと、遠隔操作で行われる。</p> <div data-bbox="212 712 518 1697"> </div> <div data-bbox="782 1120 1053 1478"> </div> <div data-bbox="571 1512 938 1608"> <p>振動による超高圧ノズル</p> </div> <div data-bbox="949 1512 1417 1585"> <p>ハイドロデモリッションの結果</p> </div> <div data-bbox="304 1713 692 2083"> </div> <div data-bbox="655 1713 1023 1825"> <p>瓦礫分別と排水管理のための付属システム</p> </div> <div data-bbox="978 1722 1377 2134"> </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）		
脱被覆装置 GT001 の設置。DMC プラント		
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		
適応課題	可否	備考・根拠など（定量的に）
放射線環境での使用	可	電力は作業先端には無い。その他の電子機器は放射線環境でも問題なし。
高温環境(60℃)での使用	可	この温度まで可能。これ以上の温度では油圧オイルが燃焼する危険あり。
ペDESTAL内へのアクセス	可	キャリア選択の許容範囲なら可。
燃料デブリ位置/性状調査	可	測定ツールが流量をグラフ化。
技術情報の開示・改造対応	可	適応可。特にキャリアタイプ。
運転・運用技術者の派遣	否	作業中派遣不可。ユーティリティ接続の際、技術者は避難ゾーンで行わなければならない。
4. 開発すべき技術（例）		
噴射システムでの、THP（高圧）と UHP（超高圧）ユーティリティの自動接続。 複数の経路がある場合は、回路の自動決定。		
5. 備考		
本装置は、処理するコンクリートゾーンを覆う 5mm の厚さのステンレス鋼版を切断する手段（グラインダー）も備えている。		

## 1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）

THP（高圧）または UHP（超高圧）による放水が、表面処理のニーズに応じて選択可能。浄化、切断、さらに徹底した除染。圧力/流量の調節、ノズルのタイプ、筒先の動きの組み合わせにより、あらゆるタイプの表面（金属、コンクリート、エポキシ樹脂等）処理が可能となる。

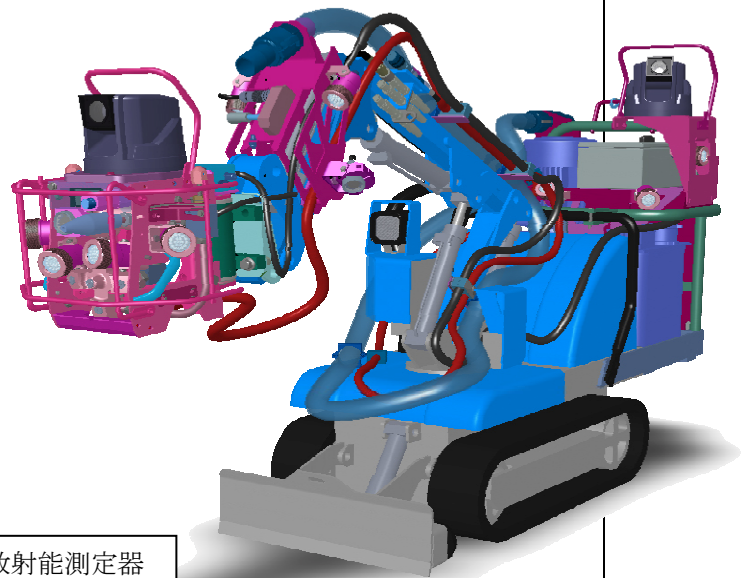
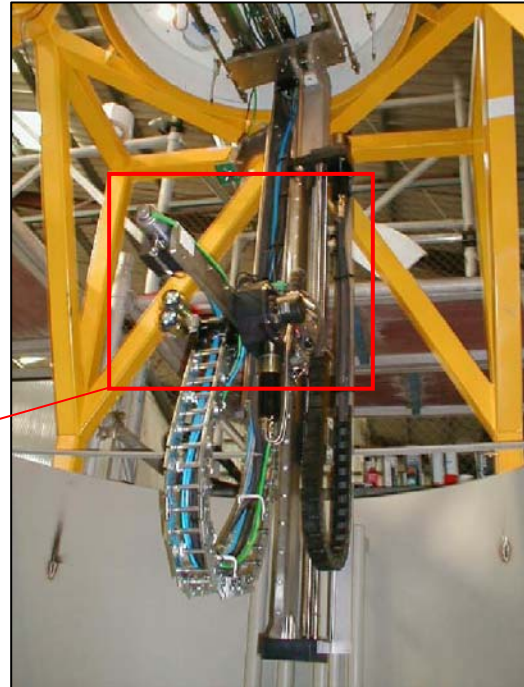
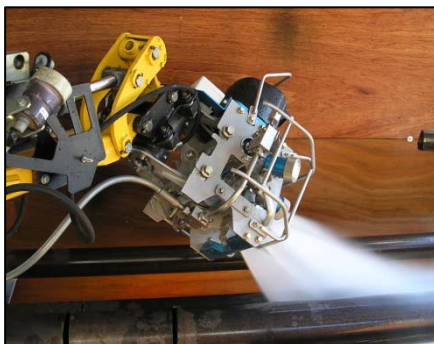
キャリアが、噴水ヘッドまでの水の運搬管理を行う。全ネットワークシステムが機器に組み込まれたデザインになっているため、リールやマニホールドの使用や、亀裂や漏れなどのリスク回避が可能となっている。検査ツールと測定ツールの結合により、限定したゾーンに限高圧もしくは超高圧噴射を当てることができ、達した放射線結果を即座に判断できる。



モンロー型ピエソノズル  
2500 バール 24 リットル/分

### 2 通りの噴射経路:

- ⇒ 回転式ピエソノズル  
900 バール
- ⇒ 1×5 フラットジェット  
ノズル 400 バール



- ⇒ 放射能測定器
- ⇒ 距離計
- ⇒ カメラ

## 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再処理工場の設置、55 号室。マルクール原子力地区の脱被覆装置

GT001 の設置。

### 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・根拠など（定量的に）
放射線環境での使用	可	噴射器に関しては放射線環境に問題ない。電子機器は隔離されており、保護されている。
高温環境(60℃)での使用	可	この温度に限り使用可。これ以上の温度では遠隔操作器本体の油圧オイルが燃焼するリスクあり。
ペDESTAL内へのアクセス	可	キャリア選択の許容範囲なら可。
燃料デブリ位置/性状調査	可	測定ツールが流量をグラフ化。
技術情報の開示・改造対応	可	作業ゾーンに最も近い所まで運搬可能。
運転・運用技術者の派遣	否	作業中派遣不可。ユーティリティ接続の際、技術者は避難ゾーンで行わなければならない。

### 4. 開発すべき技術（例）

噴射システムでの、THP（高圧）と UHP（超高圧）ユーティリティの自動接続。  
複数の経路がある場合は、回路の自動決定。

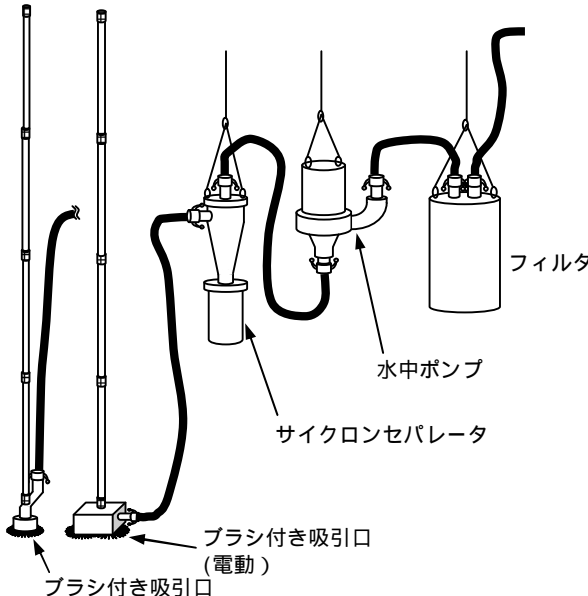
### 5. 備考

THP（高圧）と UHP（超高圧）の噴射口の位置を、遠隔操作によって指示できるため、技術者は離れたところで作業することが出来る。  
特定の環境ニーズに適合して使用できるキャリアのデザイン。  
噴射システムは下水処理システムを伴っていることが必須である。（再利用、分離、ろ過等）

〔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（取扱装置、作業装置を含む）
タイトル	移動作業ロボット グリフォン（Gryphon）
提案者	㈱ハイボット、東京工業大学
<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>ATV 全長 2m 全幅 1.1m 全高 1.2m 全重量 300 kg、アーム伸展長 3m 質量 40kg 可搬質量 15kg。車両は電動 ATV 車両（全長 1.6m 全質量 200kg）にも置換可能。本ロボットは、地雷探知用に東工大で開発を進めたもの。無線遠隔操作可能としたバギー車両に、自重バランスし CFRP 製のアームを搭載。ステレオカメラで地表面の凹凸を計測し、それに沿って金属探知機を走査できる。ツールチェンジャを装備し草刈り作業などにも対応可能。</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>これまで、カンボジア、クロアチアなどの屋外の厳しい環境下で長期間（数か月）作動させ、地雷探査性能と防塵防水耐熱性能を高めて来た実績があり、模擬地雷原での探索作業では、人間が行う地雷探知作業より性能の良い探知作業が出来ることがすでに確認されている。</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>この装置先端に除染装置を取り付けられるようにすることで、屋内除染用アーム付き移動作業ロボットとして使用できる。軽量な割にアームは広いリーチを有し、ステレオカメラで計測しながら、床面だけでなく壁面にも除染機を走査させることが可能で、改造が容易。これまで、15 kg の大型センサを搭載できるモデルも試作した実績あり。</p>	
<p>４．開発すべき技術（例）</p> <p>アームが長いので、搬送物の重さがあると先端は撓む。また振動的な除染装置では共振を起こすことが有り得る。</p>	
<p>５．備考</p>	

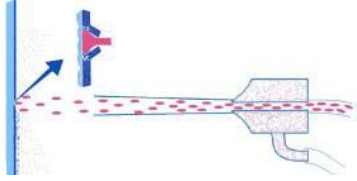



技術カタログ		
分類	除染装置	
タイトル	使用済燃料プール除染用水中掃除機	
提案者	荏原工業洗浄株式会社	
1．技術内容（特徴、仕様、性能など）		
使用済み燃料プール底部や燃料ラック上部に堆積する汚染物質や小径異物を水中ポンプで吸引する。サイクロンセパレータおよびフィルタで固形物と水を分離する		
		
2．実績（国内プラント、海外プラント、他産業での実績を含む）		
日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 再処理施設および東京電力福島第一原子力発電所他において、燃料貯蔵プール底部等に堆積する汚染物質の吸引回収に適用した実績がある。		
3．福島第一原子力発電所への適用可と考える根拠、技術的課題		
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	燃料プールでの使用実績あり。電子部品不使用
高温環境(60℃)での使用	可・否	燃料プールの設計温度(60℃)を念頭に設計した。
技術情報の開示・改造対応	可・否	用途に応じた仕様変更可
運転・運用技術者の派遣	可・否	作業環境により要相談
4．開発すべき技術（例）		
耐放射線性の向上、操作の自動化		
5．備考		




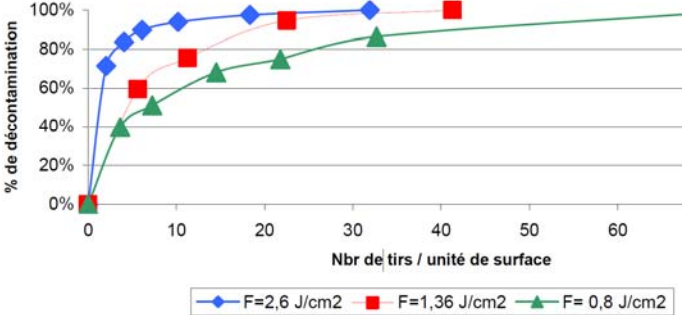
除染技術カタログ		技術区分 No.	頁	
技術名称	乾式ジェル		提案者 AREVA NC Japan Projects(株)	
【適用汚染範囲】		【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・ <u>固体</u> ・ <u>粉体</u>	適用除染場所環境	<input checked="" type="radio"/> 有 ・ 無 燃料プールの除染作業の際に実績あり。	
付着	<u>ソフト</u> ・ <u>ハード</u>	<u>床</u> ・ <u>壁</u> ・ <u>天井</u>		
浸透	<u>浅い</u> ・深い	<u>機器表面</u> ・機器内面		
核種	<u>γ</u> ・ <u>αβ</u>	配管内部・他	反力	有( )・ <u>無</u>
<b>【原理】</b> ・酸化性のジェルは金属表面の除染に適している。 ・ローラーや、スプレーによってジェルを塗布する。なお、産業用エアレススプレーからなる専用のスキッド・スプレーによって吹き付けられる。 ・ジェルの粘性によって垂直壁や天井にも垂れることなく付着し、酸化剤が反応できる。 ・塗布後、2、3時間で反応する <div data-bbox="394 882 759 1151" data-label="Image"> </div>		<b>【回収方法】</b> 簡単なブラッシングや吸引によって水を使わずに剥がすことができる。強くする必要はない。		
		<b>【二次廃棄物の形態】</b> 固体		
		<b>【必要ユーティリティ】</b> 一般的な電源供給、圧縮空気(5～7 bar)ラインの洗浄用の脱塩水。		
		<b>【基本機器構成】</b>		
<b>【原理説明】</b> 酸化物やベースメタル表面を化学的に浸食し、汚染を溶出する。		<b>【安全対策他適用留意点】</b>		
<b>【適用除染実績・除染効果(DF)値】</b> 1、2回の施工により、DF値 10～150  <b>実績</b> AREVA実証テスト： ハンフォードK-basinモックアップ <div data-bbox="405 1505 748 1935" data-label="Image"> </div>		<b>【除染能力・速度等】</b> ・反応するまで2、3時間放置する ・溶出目安 1回の塗布につき約0.3 μm ・乾燥時間と酸化剤の濃度によってコントロール可能		
		<b>【寸法/質量(目安)】</b>		
		<b>【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> ・溶出を反応時間により正確に制御可能 ・ジェルはすぐ使える状態で届けられる(作業前の調整作業不要) ・垂直壁、天井面へ施工可能。 ・容易に除去可能		
<b>【特記事項】</b> 本ジェルの塗布前に対象物表面の脱脂と拭き取りを行う		<b>【引用・参考文献他】</b>		

除染技術カタログ			技術区分 No.		頁			
技術名称	水洗式ジェル		提案者	AREVA NC Japan Projects(株)				
【適用汚染範囲】			【遠隔除染への適用実績】					
汚染形態	液体・ <u>固体</u> ・ <u>粉体</u>	適用除染場所環境	<div>有</div> <div>・</div> <div>無</div>	燃料プールの除染作業の際に実績あり。				
付着	<u>ソフト</u> ・ <u>ハード</u>	<u>床</u> ・ <u>壁</u> ・ <u>天井</u>						
浸透	<u>浅い</u> ・深い	<u>機器表面</u> ・機器内面						
核種	<u>γ</u> ・ <u>αβ</u>	配管内部・他	反力	有( ) <u>・無</u>				
<div>【原理】</div> <p>汚染表面にスプレーや刷毛によってジェルを塗布することにより、表層の汚染を吸着し、除去できる。</p> <p>・主な除染対象： 様々なカーボン、ステンレス(304L、308L、316L・・・等)</p> <p>・ジェルの種類 酸性、塩基性、酸化性</p> <div></div> <div>【回収方法】</div> <p>少量の水で水洗する (&lt; 10 L/m<sup>2</sup>)</p> <div>【二次廃棄物の形態】</div> <p>少量の酸性液体廃棄物。</p> <div>【必要ユーティリティー】</div> <p>一般的な電源供給、圧縮空気(5～7 bar) ラインの洗浄用の脱塩水。</p> <div>【基本機器構成】</div> <p>スキッド・スプレー・ユニット</p>			【安全対策他適用留意点】					
			【適用除染実績・除染効果(DF)値】			【除染能力・速度等】		
			DF値 10～150 (対象物の材質・汚染の種類や度合いによって変わる)			6時間内に作業可能 ステンレス表面の溶出目安 塗布1回 約1.2 μm 塗布2回 約2.5 μm		
			実績			【寸法/質量(目安)】		
			AREVAサイト： マルクール…タンク除染 ラ・アーグ…タンク、シールドチェーン、グローブボックス 燃料輸送パッケージング CEAサイト： RM2サイト…解体 フォントネー＝オー＝ローズ民生科学センター…タンク カダラージュ核研究センター…プール ADEC…解体 EDFサイト： ダンピエール、クリュアス、シノン、カットノン、ブレイエ… 原子力発電所の原子炉、燃料建屋プール			ジェル1kgにつき1m <sup>2</sup> 除染可能		
【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】			【特記事項】					
・施工が容易 ・高い付着性によって垂直壁にも使用可能 ・処理時間により、溶出程度を調整可能			塗布の前に脱脂する					
【引用・参考文献他】								

除染技術カタログ		技術区分 No.		頁	
技術名称	ドライアイス・ブラスト		提案者	AREVA NC Japan Projects(株)	
【適用汚染範囲】			【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・ <u>固体</u> ・粉体	適用除染場所環境	有 ・ <u>無</u>	実績は無いが可能である。	
付着	<u>ソフト</u> ・ <u>ハード</u>	<u>床</u> ・ <u>壁</u> ・ <u>天井</u>			
浸透	<u>浅い</u> ・深い	<u>機器表面</u> ・機器内面			
核種	<u>γ</u> ・ <u>αβ</u>	配管内部・他	反力	<u>有</u> ・無	
<b>【原理】</b> ドライアイス・ブラストはCO <sub>2</sub> ペレットの噴出による除染工法で、解体、ハンドリング、サイト洗浄で広く用いられている。 超音速で噴出されるドライアイスペレットが対象物に衝突する際、力学的効果、熱的效果、化学的效果の3つの現象が同時に発生し、対象物表面を微細化して汚染を除去する。  ・主な除染対象： 原子力分野…機械・電子・光学部品、複雑な構造体、ハイ・アクティブ・エリアの除染 一般産業分野…鉄・鋳物表面除去、ハイドロカーボンのタンクやコンテナの洗浄、ロータリ型印刷機の洗浄  			<b>【回収方法】</b>  <b>【二次廃棄物の形態】</b> エリアの換気フィルタ・ダスト回収容器以外に二次廃棄物を排出しない  <b>【必要ユーティリティ】</b> CO <sub>2</sub> : 120～300 kg/h エアー: 120～850 Nm <sup>3</sup> /h 電気: 付属機器の電源供給(コンプレッサー、乾燥機、ペレット製造機)  <b>【基本機器構成】</b>		
<b>【原理説明】</b> <u>力学的効果</u> 大きな運動エネルギーを持つ高速のCO <sub>2</sub> ペレットの噴出により、対象物に強い衝撃を与える。 <u>熱的效果</u> 固体のCO <sub>2</sub> が衝突の瞬間昇華することにより衝撃を与える。 <u>化学的效果</u> CO <sub>2</sub> の溶解力は高いため、優れた脱脂剤としての効果がある。			<b>【安全対策他適用留意点】</b>		
<b>【適用除染実績・除染効果(DF)値】</b> DF 値が 10～100 以上と非常に高い。 <b>実績</b> フォントネー＝オー＝ローズ民生科学センター： RM2の解体、高レベルセル、ホイストユニット等 ラ・アーグ：ELAN II B の高レベルセル サクレー：ORISの高レベルセル パリュエル発電所：T3の給水システムエリア CEA/Valduc：機械工具 シノン：4番セル クリュアス発電所：T4のタービンロータ2機の洗浄 ル・アーヴル：ポリエチレン生成化学反応炉 カダラージュ核研究センター：LECAの9番セル			<b>【除染能力・速度等】</b>  <b>【寸法/質量(目安)】</b>  <b>【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> ・複雑な構造やアクセス困難なエリアで効果を発揮できる。 ・除染対象物に大きな損傷を与えない ・電子回路に影響を及ぼさない		
<b>【特記事項】</b>			<b>【引用・参考文献他】</b>		

除染技術カタログ		技術区分 No.		頁	
技術名称	泡スプレー除染		提案者	AREVA NC Japan Projects(株)	
【適用汚染範囲】			【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・ <u>固体</u> ・ <u>粉体</u>	適用除染場所環境	有 ・ 無	発泡剤の噴出や水洗浄は遠隔操作可能。 マルクールのデコミ・解体の際の実績あり。	
付着	<u>ソフト</u> ・ハード	<u>床</u> ・ <u>壁</u> ・天井			
浸透	<u>浅い</u> ・深い	<u>機器表面</u> ・機器内面			
核種	<u>γ</u> ・ <u>αβ</u>	配管内部・他	反力	有( )・ <u>無</u>	
<b>【原理】</b> 対象物へ発泡除染剤を噴出し、表面を除染する。 高い付着力により垂直壁でも垂れずに使用できる。 水で容易に除去できる。  ・主な除染対象:パイプ、タンク、グローブボックス、炭素鋼、ステンレス、アルミニウム…等			<b>【回収方法】</b> 洗浄水を吸引回収する		
			<b>【二次廃棄物の形態】</b> 少量の液体廃棄物		
			<b>【必要ユーティリティ】</b> 液体試薬: 0.1~0.2 L/m <sup>2</sup> 用水: 5 L/m <sup>2</sup>		
			<b>【基本機器構成】</b>		
<b>【原理説明】</b>			<b>【安全対策他適用留意点】</b>		
<b>【適用除染実績・除染効果(DF)値】</b> <b>実績</b> (AREVA) ラ・アーグ: 圧縮空気輸送網の除染 マルクール: G2/G3			<b>【除染能力・速度等】</b>		
			<b>【寸法/質量(目安)】</b>		
			<b>【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> ・施工が容易で除染対象物の大きさを問わず使用可能		
<b>【特記事項】</b> 施工前に脱脂する			<b>【引用・参考文献他】</b>		

除染技術カタログ		技術区分 No.		頁	
技術名称	レーザー除染		提案者	AREVA NC Japan Projects(株)	
【適用汚染範囲】			【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・ <u>固体</u> ・粉体	適用除染場所環境	有 ・ 無	遠隔操作可能。一般産業でも頻繁に行われている。	
付着	<u>ソフト</u> ・ <u>ハード</u>	<u>床</u> ・ <u>壁</u> ・ <u>天井</u>			
浸透	<u>浅い</u> ・ <u>深い</u>	<u>機器表面</u> ・機器内面			
核種	<u>γ</u> ・ <u>αβ</u>	配管内部・他	反力	有( )・ <u>無</u>	
<b>【原理】</b> レーザーによる熱的効果と力学的効果の相乗効果によって対象物表面を除染する。  ・主な除染対象： 塗装面、油膜、金属酸化膜、 金属やコンクリート等の固着性、非固着性汚染 ・レーザーの種類： ①ファイバ・レーザー…低出力(20～50W)で小型(30kg程度)であり、メンテナンス作業で重要な可搬性に優れる。 ②YAGレーザー…中出力(150～500W)でやや大型であり、広範囲の除染・洗浄作業に適する。			<b>【回収方法】</b> 吸引ろ過機能の付加が可能		
			<b>【二次廃棄物の形態】</b> 乾式除染技術につき、フィルタ以外に二次廃棄物の発生なし		
			<b>【必要ユーティリティ】</b>  電源：三相 380V (3 x 16A)		
<b>【原理説明】</b> <u>熱的効果</u> レーザーが対象物表面に照射されると局所的に温度上昇し、プラズマ化する。このプラズマは表面から垂直に蒸散する。 <u>力学的効果</u> プラズマの特性と急激な膨張により衝撃波が発生し、対象物表面が微細化する。			<b>【基本機器構成】</b>		
			<b>【安全対策他適用留意点】</b>		

<p>【適用除染実績・除染効果(DF)値】</p> <p>レーザーは最も優れた汚染除去技術のひとつであり、放射性・非放射性問わず実績がある。</p> <p>他の既存工法よりも性能が優れており、D&amp;Dやメンテナンスの効率化や処理能力の拡大につながる。</p> <p><b>処理能力（非放射性）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイラーのインク消去…14 m<sup>2</sup>/h 以上（固着性汚染モデル）</li> <li>・塗料、汚染除去…4 m<sup>2</sup>/h 程度（固着性汚染モデル）</li> <li>・油膜除去…4 m<sup>2</sup>/h 程度</li> </ul> <p><b>処理能力（放射性）</b></p> <p style="text-align: center;">Cuve (Init cont 1000 c/s)</p>  <p><b>実績</b></p> <p>ラ・アーグ：AREVAプラント内ホットセル除染</p>	<p>【除染能力・速度等】</p> <p>左記のとおり</p> <p>【寸法/質量(目安)】</p> <p>【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>・廃棄物処理が比較的容易</li> <li>・様々な幾何学的表面に適合</li> <li>・自動化が容易</li> <li>・除染対象物への影響が少ない</li> </ul>
<p>【特記事項】</p>	<p>【引用・参考文献他】</p>



〔書式２－２〕セッション１（除染遠隔操作等）用



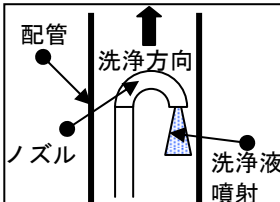





技術カタログ																			
分類	位置決め機構、制御装置																		
タイトル	遠隔操作対応キャパシティブ・ロボットアーム																		
提案者	AREVA NC JAPAN PROJECTS（株）																		
<p>１．技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>本装置はD&amp;Dシナリオにおける洗浄や解体フェーズで実績があるリモートコントロールアームである。通常は天井やサポートフレームに設置するが、アーム先端をリモートキャリアに取り付けることによって、作業や測定の他に物品や工具の移動等にも適用できる。</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>																			
<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>マルクールの施設解体にて実績あり。</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(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DESTAL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DESTAL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DESTAL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																		
<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	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																				



【原子炉建屋内の除染作業】

除染技術カタログ		技術区分 NO.	セッション 1	頁	6
技術名称	特殊洗浄ノズルによる配管内の遠隔除染		提案者	(株)日本バイオマス研究所	
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・固体・粉体	適用除染場所環境	有・無	遠隔操作は可能である。	
付着	ソフト・ハード	床・壁・天井	反力	有 ( ) ・ 無	
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面			
核種	γ・αβ	配管内部・他			
【原理】			【回収方法】		
 特殊洗浄ノズル			吸引回収および自然落下回収		
 配管内の除染			【二次廃棄物の形態】		
 ノズルの原理			液状		
・特殊洗浄ノズルを配管の川下から挿入すれば、ノズルは洗浄液を噴射しながら配管の川上へ移動するため、遠隔に配管内を除染することができる			【必要ユーティリティ】		
・洗浄水は配管の川下側で回収できる			エンジン式高圧洗浄機		
・特殊洗浄ノズルの大きさを変えたり、特殊洗浄ノズルを数本挿入したりすることで、各種の配管径に対応できる			【基本機器構成】		
・排水溝などでコンクリート蓋などの閉塞作業が可能である。			・特殊洗浄ノズル、高圧洗浄機		
			・大型特殊洗浄ノズル		
【原理説明】			【安全対策他適用留意点】		
特殊洗浄ノズルは、洗浄方向とは逆方向に洗浄液を噴射してノズル先端が回転しながら進んでいく。					
【適用除染実績・除染効果(DF)例】			【除染能力・速度等】		
● 南相馬市の一軒家の雨樋で除染率 95%。			配管内の汚染状況によって洗浄液の種類を変えることができる。その結果、80%以上の除染率が達成できる。		
 川下側から挿入			【寸法/質量(目安)】		
 回収した洗浄液			内径 12mm の配管や熱交換器のパイプ等の除染も可能である。ノズルの外形は 8mm で、噴射口は後方 6 箇所		
● 守谷市役所の排水溝で除染率 80%(大型特殊洗浄ノズルを使用)			【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】		
 大型ノズル			複雑に曲がりくねった配管でも少量の洗浄水で配管内の除染が可能のため。		
 除染前			【引用・参考文献他】		
 除染後					
【特記事項】					
90 度に曲がったエルボや曲がりくねった配管であっても無理なく除染することが可能である。					

【原子炉建屋内の除染作業】

除染技術カタログ			技術区分 NO.	セッション1	頁	2
技術名称		洗浄水(汚染水)の吸着沈殿浄化		提案者	(株)日本バイオマス研究所	
【適用汚染形態】				【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	(液体)・固体・粉体	適用除染場所環境		(有)・無	濁水処理装置の24時間無人運転、遠隔操作は汎用的な技術である。	
付着	(ソフト)・ハード	床・壁・天井				
浸透	浅い・深い	機器表面・機器内面				
核種	( $\gamma$ )・( $\alpha\beta$ )	配管内部・他				
【原理】 処理フロー				【回収方法】 凝集沈殿		
<div></div> <p>パイノスフロック 添加 (2g/L)      吸着沈殿 (5分攪拌後)      重ろ通過      ろ過後の汚泥</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・新種微細藻類(パイノス)は多核種を吸着することができる。吸着原理は、パイノスが細胞外へ分泌するアルギン酸様オリゴマーに吸着する</li><li>・ろ過後の被処理水は、Csは検出限界以下まで浄化できる</li><li>・吸着沈殿後のフロックは大きいので、ろ過速度が速く浄化工程が短時間である</li><li>・汚染水にSSや油分及び有機物が含有していても、SSや油分及び有機物も凝集沈殿させることが可能である</li></ul> <div></div>				【二次廃棄物の形態】 汚泥又は含水上スラリー		
				【必要ユーティリティ】 電源		
				【基本機器構成】 <ul style="list-style-type: none"><li>・パイノスフロック (粉体)</li><li>・濁水処理設備</li><li>・処理水を移送するポンプ</li><li>・汚泥をろ過するろ布</li><li>・汚泥を保管する遮蔽容器</li></ul>		
【原理説明】 水や界面活性剤溶液等による除染に伴い発生した汚染水中の多核種を吸着すると同時に、汚染水中のSS等と一緒に凝集沈殿させて汚染水を浄化できる。				【安全対策他適用留意点】		
【適用除染実績・除染効果(DF)例】 <ul style="list-style-type: none"><li>・柏市の小学校のコンクリート土間の除染作業で発生した汚染水の浄化に使用。除染率は99.9% (21,000Bq/kg が 17Bq/kg)</li><li>・郡山市の透水性アスファルト舗装の除染作業で発生した汚染水の浄化に使用。除染率は99.8% (58,800Bq/kg が 83Bq/kg)</li><li>・福島市の病院のアスファルト駐車場の除染作業で発生した汚染水の浄化に使用。除染率は99.9% (21,000Bq/kg が 53Bq/kg)</li><li>・南相馬市のアスファルト道路の除染作業で発生した汚染水の浄化に使用。除染率は99.8% (38,600Bq/kg が 65Bq/kg)</li><li>・守谷市の市役所の除染作業で発生した汚染水の浄化に使用。除染率は99.6% (1,942Bq/kg が 26Bq/kg)</li></ul> <p><u>パイノスフロックを用いた汚染水浄化のDFは1000で、汚泥の線量は含水率で調整可能である。</u></p>				【除染能力・速度等】 パイノスフロックを添加後、5分で汚染水中の放射性物質を吸着しDFは1000である。		
				【寸法/質量(目安)】 嵩比重: 0.7~0.9 融点: 86℃で一部分解する 溶解度: 水に一部溶解		
				【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】 <u>発電所外の除染で実績があり、高濃度汚染水を浄化後、再利用が可能</u>		
【特記事項】 パイノスフロックを使用する濁水処理設備は小型である。処理能力2 m <sup>3</sup> /hの設備で、1m×1m×1.3mであり、処理能力が30 m <sup>3</sup> /hであっても4t車に搭載することが可能であり、移動型処理設備として使用することができる。				【引用・参考文献他】 <ul style="list-style-type: none"><li>・山梨大学医学部の実験データ</li><li>・東邦大学の実験データ</li><li>・Nature news (30, 3, 2011)</li></ul>		



技術カタログ	
分類移動装置	
タイトル	複数の移動ロボットを用いた協調路面除染システム
提案者	日本大学工学部、株式会社日本バイオマス研究所
<p>1. 技術内容（特徴、仕様、性能など）</p> <p>提案するシステムは複数の洗浄ロボットとそれを統合的に協調制御するステーション型ロボットにより構成される。図1にシステムの概念図を示す。これらを用いて以下の順番で自律的に路面の除染を実現する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 洗浄ロボットがフォーメーションを組み、除染場所に移動。</li> <li>(2) ステーション型ロボットより洗浄ロボットに界面活性剤を供給、散布。</li> <li>(3) ステーション型ロボットのポンプにより洗浄ロボットが界面活性剤を吸引、回収。</li> <li>(4) ステーション型ロボットより洗浄ロボットに洗浄液を供給、散布。</li> <li>(5) ステーション型ロボットのポンプにより洗浄ロボットが洗浄液を吸引、回収。</li> <li>(6) 次の除染場所に洗浄ロボットは協調して移動。</li> </ol> <p>(*) 最終的にステーション型ロボットに貯蔵された回収液は汚染物質を沈殿分離。</p> <p>洗浄ロボットは、移動用の車輪およびモータ、位置測定用のセンサ、液体散布ノズル、液体吸引ノズルから構成される。図2に洗浄ロボットの概念図、図3に試作設計した3D図面を示す。下面が開いた箱形の洗浄装置を移動機構が抱え込むような設計と成っており、洗浄ロボットは移動機構により位置決めをし、洗浄装置を地面に押しつける形で洗浄面と外界を隔離し、汚染された洗浄液の拡散を防止する。</p> <p>また、洗浄ロボットには制御用のコンピュータを搭載せず、ステーション型ロボットから統合的制御を行う。これにより、高線量下で作業する洗浄ロボット部への放射線の影響を最小限に抑制することを狙う。また、液体散布用ポンプや、液体吸引用ポンプを洗浄ロボットに搭載せず、ステーション型ロボットに搭載することにより洗浄ロボットを小型化することが可能になり、狭所での作業を実現する。また、吸引用ポンプをステーション型ロボットに搭載することは吸引の高出力化が期待できる。これは除染効率の向上につながる。</p> <p>ステーション型ロボットは界面活性剤および洗浄液のタンク、それらを散布するポンプ、</p>	

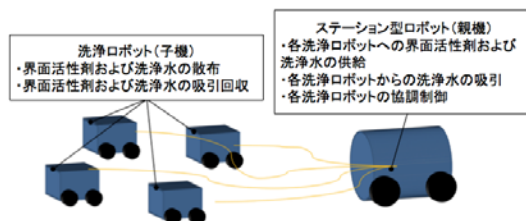


図1 システムの概念図

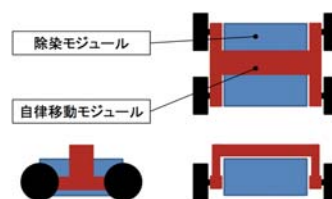


図2 洗浄ロボットの概念図

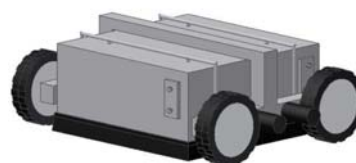


図3 洗浄ロボットの試作設計

吸引するポンプ，吸引した汚染水を貯蔵するタンクから成る．ステーション型ロボットはバキュームカーなどを利用し製作することにより，吸引力の向上を狙う．

## 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）

提案者は車両を複数台のロボットで協調して搬送するシステムの開発に従事しており，システムは某社と共同で製品化に取り組んでいる．また，現在はこれに加えて複数の移動ロボットを用いた介護補助システムの開発に従事している．加えて，提案者が平成 21 年まで在籍していた研究機関では，使用済み核燃料の地下保存時に使用済み核燃料を搬送する移動ロボットの開発を行っていた．

## 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

これまで福島第一原子力発電所で用いることが検討されたロボットは制御用コンピュータを搭載し，それ自身が動きを決める「自律型」のロボットである．この自律型ロボットはコンピュータが放射線により誤作動することが予想されるため，運用を中止したものや，運用中に回収不可能になったものがある．現在はニュース等で知られているように，米軍で用いられている PacBot を改造した物などが内部の状況を知るために用いられている．これらのロボットはカメラとモータのみから構成され，建屋外から操作者によりリモートで操作するものである．すなわち，いわゆるリモコンの装置であるため，運用が可能であると言える．

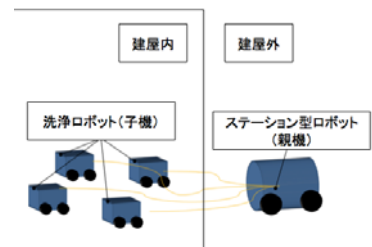


図4 ロボットの配置

一方で，提案するシステムは洗浄するための複数の洗浄ロボットと界面活性剤および洗浄水の供給および吸引をするステーション型ロボットから成る．ここで洗浄ロボットにはコンピュータを搭載せず制御用の基板，モータおよび位置を知るためのセンサのみから構成されるようにする．これらを図4のように配置し，ロボット運動をステーション型ロボットにより統合的に生成し，制御する．これは現在運用しているリモコン型装置と同様に，放射線の影響を受ける装置を建屋外に置く事ができるため，福島第一原子力発電所への適用可能であると考ええる．

## 4. 開発すべき技術（例）

- ・ 散布した界面活性剤を吸引，回収する技術
- ・ 界面活性剤の散布および吸引を実現する作業機構の設計技術
- ・ 除染効率の向上および除染時間を短縮する複数ロボットの協調制御技術

## 5. 備考

本システムは株式会社日本バイオマス研究所の界面活性剤およびバイノスを用いることを前提としたシステムである．



【原子炉建屋内の除染作業】

除染技術カタログ		技術区分 NO.	セッション1	頁	2
技術名称		洗浄吸引型の路面走行車と可動ヘッドクリーナーによる除染		提案者	(株)日本バイオマス研究所
【適用汚染形態】			【遠隔除染への適用実績】		
汚染形態	液体・(固体)・(粉体)	適用除染場所環境		有・ <b>無</b>	路面走行車と可動ヘッドクリーナーの遠隔操作が可能
付着	(ソフト)・ハード	(床)・壁・天井			
浸透	(浅い)・深い	(機器表面)・機器内面			
核種	(γ)・(αβ)	配管内部・他			
【原理】			【回収方法】		
<div>除染フロー</div> <div></div> <p>ナノバブル水で界面活性剤を0.1%に調整 洗浄液(天然界面活性剤)を散布 路面走行車で洗浄吸引 可動ヘッドクリーナーで路面を洗浄吸引 クリーナーと接続したバキューム車に洗浄液を回収 洗浄液をタンクに排出 洗浄液をタンクに排出 バイオスフロクを添加 バイオスフロクの吸着沈殿 ろ液を下部の受け皿に排出 沈殿汚泥(含水率90%) ろ液は再利用</p>			吸引回収		
【原理説明】			【二次廃棄物の形態】		
●洗浄剤(天然界面活性剤)を散布し、その後に路面走行車と可動ヘッドクリーナーによるブラシ洗浄、洗浄剤の吸引回収 ● <u>洗浄廃液は放射性物質の吸着・凝集沈殿処理し、ろ液は再利用する。</u>			●液体 ●バイオスフロク吸着処理後の汚泥		
【必要ユーティリティ】			【基本機器構成】		
エンジン、水			●洗浄剤調整機 ●洗浄剤散 ●洗浄吸引型路面走行車 ●洗浄吸引型可動ヘッドクリーナー ●60℃高圧水(～50MPa)供給機 ●バキューム車 ●濁水処理設備		
【適用除染実績・除染効果(DF)例】			【安全対策他適用留意点】		
●福島県の伊達市、郡山市、南相馬市、福島市渡利地区、千葉県柏市、茨城県守谷市において、舗装道路の除染実証試験を実施し、除染率60～90%と高い除染効果が得られた。 ●洗浄剤およびリンス液の使用量は4L/m <sup>2</sup> であり、高圧洗浄と比較して1/10以下と極めて少ない ●洗浄液は、放射性物質の吸着と凝集沈殿作用があるバイオスフロクにより処理することで、Cs-134およびCs-137は検出限界値以下に低下する。					
【特記事項】			【除染能力・速度等】		
● <u>洗浄液は再利用するため、廃液はほとんど発生しない。</u> ● <u>洗浄廃液の処理は、バイオスフロクの適用によりDF1000を達成可能。</u>			●除染能力: 除染率90% ● <u>除染可能面積: 1000m<sup>2</sup>/h</u>		
			【寸法/質量(目安)】		
			路面走行車 大きさ: 3,000×1,000×2,000mm 質量: 1,075kg		
			【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】		
			<u>原子力発電所外の付着性ソフト汚染の除染実績がある。</u>		
			【引用・参考文献他】		
			●日本機械学会論文集(B編), vol. 77, No. 777, 2011. ●ケルヒャー社提供資料		