

# 福島第一原子力発電所事故における取組みとニーズ、課題（案）

資料 2 - 1

## 【事故収束に向けた取り組みにおける課題（抜粋）】

※各機関間取り、IAEA報告書 中長期的対策等より

取組事項	具体的な取組	主な課題	取組の進捗状況	事故を踏まえたニーズ・課題※	拠点化計画としての 取り組みの可能性
			政府関係者、東京電力株式会社等からの聞き取り調査		
1. 国による支援・安全性確認					
(1) 原子炉の冷却	建屋モニタリングのためのロボット導入	1-① 災害時における国産ロボットの動作性能の実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外問わず、現場に最適な機能を有するロボットを導入</li> <li>小型ロボットでは結果的に軍事等で実績の多い、海外ロボットが多く採用</li> <li>国内では、千葉工業大学等が開発したのロボットを採用</li> <li>現場ニーズを想定したロボットを福島第一に導入しているが、現段階で使用実績なし</li> <li>事故復旧の実態を把握し、必要に応じ電事連大で検討予定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>汎用的に必要な機能としては、環境モニタリング、汚染物の除去・清掃、重量物の運搬、配管の切断・接続が想定</li> <li>国内装置は研究室レベルで、実用化には耐久性等の向上に改良の余地</li> <li>障害物により電波が届かないエリアへの中継装置の設置</li> </ul>	◎災害対応ロボットシステムの開発、運営管理体制の検討
		1-② 特定機能のロボットを組み合わせによる災害対応システムの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内のロボットで現場の状況やニーズに合わせ、比較的容易に改良できるものが有利</li> <li>福島事故対応に特化したロボットを、他で使う可能性を広げるには、共通のプラットフォーム上に様々なマニピュレータを準備するのの一法</li> </ul>		
		1-③ ロボット操作のオペレーター人材の育成、実地訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>小型ロボットの操作は比較的容易で、2～3日の訓練で修得可能</li> </ul>		
(2) 使用済み燃料プールの冷却	無人ヘリの活用・プール内サンプリングの促進	1-④ 無人ヘリの耐放射線、性能（縦横範囲、航続時間）の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>アメリカ軍用機の無人ヘリ（T-Hawk）を使用</li> <li>小型で機体外部にプロペラを有しない構造</li> <li>建物への近接が比較的容易であったため、採用（当時調査した国産品は全てプロペラなどが機体外部にでていた）</li> <li>エンジン回転数低下により、建屋屋上に不時着</li> <li>現在、同種別装置を利用してサンプリングを計画</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IAEA政府報告書：教訓15</li> <li>無人ヘリ等の緊急時対応資機材の集中管理体制の整備</li> <li>運用する高度な災害対応能力を有するレスキュー部隊の整備</li> <li>関係機関との連携強化</li> </ul>	◎高出力レーザー技術による除染・解体技術の開発
		1-⑤ 遠隔操作実施体制（オペレーター、場所の確保）の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入までに時間がなく、社員への訓練が困難であったため、操縦士は米国から派遣</li> </ul>		
	使用済み燃料、破損燃料の取り出し	1-⑥ 放射性廃棄物の除染技術、解体技術の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>中期的な課題として検討に着手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>除染技術やがれき、原子炉、熔融燃料の解体技術の開発</li> </ul>	
(3) 放射性物質で汚染された水の閉込め、保管・処理・再利用	高レベル汚染水処理システムの導入	1-⑦ 放射能汚染水の処理に対する国内の技術力の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内技術も検討はしたが、6月初めまでに装置を設置する必要があったため、既に製品化され、実績のある海外の装置を導入（アレバの沈殿槽：再処理技術、キュリオンのセシウム吸着：TMI対策）</li> <li>雨期に配慮し早期の稼働を優先したため、部分的な補修は試運転中に実施</li> <li>技術面だけではなく、稼働率の向上といった運用面の改善が課題</li> <li>国内メーカーによる装置も順調に製造されており、8月には東芝製セシウム吸着装置「サリー」が運転開始予定</li> </ul>		
	高レベル汚染水の移送・保管	1-⑧ 汚染水の移送保管時における放射線の遮へい技術の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存の遮へい技術（遮へいマット、遮へい壁等）を用いて対応</li> </ul>		
(4) 地下水汚染の拡大防止	地下水汚染拡大防止対策・設備	1-⑨ 建屋内滞留水の漏えい箇所を検知するための有効な技術の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>高線量のエリアが多く、がれき等の障害物も多く、作業は難航（ロボットの活用も困難）</li> <li>作業員が漏えい箇所を音等で検知し、周囲を遮蔽する方法で対応</li> <li>タービン建屋のトレンチ、ピットは全て措置済（他ユニットの類似箇所も同様に対応）</li> </ul>		
		地下水遮へい工事	1-⑩ 地下水漏えいを阻止する有効な技術の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>トレンチ等の漏えい箇所は、水ガラス剤を使用して阻止</li> <li>現場の地質、地下のデータを基に最適な遮蔽工法を検討中</li> <li>既存の施工技術（漏水箇所周囲を岩盤まで遮蔽壁を埋め込む工事等）で対応予定</li> </ul>	
		1-⑪ 海水等への汚染拡大を防止する有効な設備、資材等の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射性物質の海水拡散を抑制するため、シルトフェンスを設置。</li> <li>シルトフェンスは応急措置であり、海水循環浄化装置による対策を合わせて実施。</li> </ul>		◎繊維技術等を活用した原子力災害対応高機能資材の開発（放射性物質の拡散防止、吸着等）

取組事項	具体的な取組	主な課題	取組の進捗状況	事故を踏まえたニーズ・教訓 等	拠点化計画としての取り組みの可能性
			政府関係者、東京電力株式会社等からの聞き取り調査		
(5) 大気・土壌での放射性物質の抑制	原子炉建屋カバリングの設計・導入	1-⑫ 原子炉建屋をカバリングする資材等の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射性物質の大気への飛散防止を目的に仮設</li> <li>中期的にはクレーン等を設置する原子炉建屋コンテナを設置</li> <li>対応策として複数の提案があったが、風荷重や設置易さなどを考慮し、本案を採用</li> <li>既成技術、工法を融合して対応（鉄骨骨組み、テント地をパネル材固定：特注品）</li> <li>無人遠隔操作で組み上げるところにノウハウがある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>より合理的な換気設備の設計に寄与する、耐熱性の向上した素材の開発</li> </ul>	
	がれき撤去のためのロボット導入	1-⑬ ロボット操作のオペレーター人材の育成、実地訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>雲仙普賢岳で活躍した遠隔操作の無人重機を導入（10年以上の実績）</li> <li>最大2km先からの遠隔操作ができるように、遮蔽した操作車内からオペレータが操作</li> <li>無人重機の遠隔操作は特殊技能を要し、現状ではゼネコンに50人程度</li> </ul>	【保安院指示事項】 <ul style="list-style-type: none"> <li>迅速に復旧を行うため、がれき等を処理の十分な重機の配備【IAEA政府報告書：教訓15】</li> <li>ロボット等の緊急時対応資機材の集中管理体制の整備</li> <li>運用する高度な災害対応能力を有するレスキュー部隊の整備</li> <li>関係機関との連携強化</li> </ul>	◎災害対応ロボットシステムの開発、運営管理体制の検討
		1-⑭ 遠隔操作の無人建機の耐放射線性能の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献や照射試験結果をもとに、建機に対する一定の放射線管理値を定め、建機に放射線測定装置を設置して累積照射量が管理値を下回っていることを確認する運用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電波のデジタル化により同時に操作できるロボット数の増加</li> </ul>	
(6) 余震対策	多様な放射線遮へい対策	1-⑮ 放射線を遮へいするための有効な技術設備等の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>概ね既成の技術や工法等で対応可能（鉛シート、鉛マット、鉄板等）</li> </ul>	【IAEA政府報告書：教訓11（保安院指示事項）】 <ul style="list-style-type: none"> <li>緊急時対策室の機能強化（免震・遮へい・必要人員収容能力の確保等）</li> <li>事務棟の耐震強化など、事故対応環境の強化</li> </ul>	
(7) 作業環境の安全確保、生活環境・健康管理の改善	線量計・防護服等の情報収集・導入	1-⑯ 防護服の放射線遮へい機能、通気性（撥水性、耐水性）の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本は、汎用品を使用。防護服は用途や環境に応じて、適宜使い分け</li> <li>米国RST製の遮蔽効果のある防護服を試用。重量や熱のこもりにより、身体的負担大</li> <li>セシウム等のγ線に対する遮へい効果は低い（カタログ情報）</li> <li>高線量のエリアでは、タングステン製ベスト(9kg、15kg)を使用</li> <li>何れも、遮蔽効果については現場で計測し分析中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>福井の繊維技術による技術開発の可能性</li> <li>既存の防護服は、通気性、耐水性が課題</li> </ul>	◎繊維技術等を活用した原子力災害対応高機能資材の開発（防護服の改良等を含めた資材開発）
	作業員の被ばく・作業安全管理	1-⑰ 作業員の被ばくや放射線量に関する情報管理システムの確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>【外部被ばく：免震重要棟、J-ビレッジ】</li> <li>震災時：電源喪失により管理システムおよび個人線量計が使用できない状態</li> <li>現 状：個人線量計を順次調達、簡易システムにより個人線量を管理</li> <li>【内部被ばく：小名浜コールセンター】</li> <li>震災時：全WBCが使用不能。</li> <li>現 状：車載型WBC3台設置（JAEA借用）、福島第二、柏崎刈羽4台。今後増設</li> </ul>	【IAEA政府報告書：教訓12】 <ul style="list-style-type: none"> <li>被ばく線量等のデータベースによる作業員の長期的健康管理</li> </ul>	
			1-⑱ 除染機器の性能向上（時間短縮、汎用化）に向けた研究開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>J-ヴィレッジに関係機関の協力も得ながら、除染機器を設置。</li> <li>スクリーニング基準に基づいた除染を実施。</li> </ul>	
2. モニタリングの実施					
航空機・走行サーベイ		2-① がれき等障害物を回避しながら、モニタリングする技術の確立	【航空機サーベイ】 <ul style="list-style-type: none"> <li>40km圏内は自衛隊機、40km圏外は民間機で実施（有人）</li> <li>東日本を中心とした広域モニタリングの年内実施（2次補正）</li> <li>【走行サーベイ】</li> <li>自動車を用いた走行サーベイメータとして、京都大学等のシステムを導入</li> <li>走行速度20~30km/h程度</li> <li>【無人ヘリコプターを用いたモニタリング】</li> <li>緊急時避難準備区域内において無人ヘリコプターを用いたモニタリングを実施</li> </ul>	【IAEA政府報告書：教訓17】 <ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリングデータの収集、公開を迅速に行う手順の策定</li> <li>無人空中モニタリングの充実、広域拡散評価の導入など、環境モニタリング強化</li> </ul>	□福井大学附属国際原子力工学研究所にて検討（原子力防災・危機管理部門におけるテーマ） ・放射線計測・防護
モニタリングポスト		2-② 監視装置の耐震性の確保および電源・通信設備の多重化	<ul style="list-style-type: none"> <li>福島のモニタリングポストのほとんどが、停電、通信不調によりデータ収集不能</li> <li>電源設備は、バッテリーと非常用DGを配備していたが、20km圏内は立入りができなくなり、燃料の供給不能</li> </ul>	【IAEA政府報告書：教訓17】 <ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリングデータの収集、公開を迅速に行う手順の策定</li> <li>無人空中モニタリングの充実、広域拡散評価の導入など、環境モニタリング強化</li> </ul>	〔 県において、緊急時モニタリングの強化について検討 〕

【原子力被災者への対応における課題〔抜粋〕】

取組事項	具体的な取組	主な課題	取組の進捗状況	
			政府関係者、東京電力株式会社への聞き取り調査	福島第一原子力発電所の事故対応から想定されるニーズ
2. 避難区域に係る取組、3. 計画的避難区域に係る取組、4. 緊急時避難準備区域に係る取組				
計画的避難の実施準備、準備	2-① 災害時の情報伝達、避難誘導の方法などの迅速化、最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SPEEDIにプラントの放出源情報が入らなかったため、大気中の放射性物質の濃度や空間線量率の変化を定量的に予測するという本来の機能を活用できなかった</li> <li>・飯館村では、91.5%が避難済み</li> <li>・川俣町では、99.0%が避難済み又は避難日が確定済み</li> <li>・事故発生後1年間の積算線量が20ミリシーベルトを超えると推定される特定の地域（「特定避難勧奨地域」）への対応方針を決定6/16</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>〔IAEA政府報告書：教訓19〕</li> <li>・地方自治体の防災計画の見直し、EPZの拡大を検討</li> <li>・事故状況の評価や事故対応の進捗等に関する情報提供（リスクコミュニケーション）のあり方の見直し</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>〔IAEA政府報告書：教訓21〕</li> <li>・放射性物質放出の影響に関するデータ入手システム強化、SPEEDIの毎正時の単位放出の図面等の迅速な公表手順、体制等の確立、広域拡散評価の導入</li> </ul>
5. 被災住民の安心・安全の確保				
住民のスクリーニング、除染	5-① スクリーニングの所要時間の短縮化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでに、20万人以上に対してスクリーニング実施したが、健康に影響を及ぼす事例なし</li> <li>・8月以降も1日200人程度のスクリーニングを実施</li> </ul>		
がれき、下水汚泥の処理	5-② がれきや下水汚泥等の処理に関する技術開発（時間短縮、汎用化）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空間線量率が比較的低いエリアのがれき処理を再開</li> <li>・放射性物質を吸着する技術は、大学、研究機関等が多数提案</li> <li>・国として上下水処理に伴う汚泥等の当面の取扱いに関する考え方について取りまとめ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・民家等の建物に付着した放射性物質の除去に要望あり</li> </ul>	
校庭、園庭等の線量調査、土壌についての対応	5-③ 汚染された土壌の除染改良技術の確立（校庭、園庭等）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・福島県内の全ての小中学校等に積算線量計を配布</li> <li>・空間線量率が毎時1μSv以上の学校等における土壌の線量低減策実施に財政的支援</li> <li>・放射性物質を吸着する技術は、大学、研究機関等に多数提案</li> <li>・面積、土質等の多様な条件化での手順書等を作成中</li> <li>・多様な処理方法の中で、放射性物質の拡散状況、処理後の健全性確認（技術的な詳細については、JAEA福島支援本部が情報収集）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・相当量の処理能力を有する実用システムの開発が必要</li> <li>・技術ノウハウの確立、コスト削減</li> </ul>	
環境モニタリングの強化	5-④ 生活地における放射線量観測と観測データの表示	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力監視センター自体が被災。停電や通信不調により、データ収集不能（ポスト⇒監視センター、SPEEDI⇒関係端末局への通信が不能）</li> <li>・放射線量等分布マップの作成の空間線量率の測定・土壌調査開始</li> <li>・農地土壌についても放射能濃度分布マップの作成調査を開始</li> <li>・航空機モニタリングや海域モニタリングも継続的に実施</li> <li>・線量計の配布や個別モニタリングを実施</li> <li>・補正予算で広域モニタリングの強化やモニタリングポストの増設予定</li> <li>・被ばく積算量を測定できるフィルムバッジの配布等を実施予定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>〔IAEA政府報告書：教訓17〕</li> <li>・モニタリングデータの収集、公開を迅速に行う手順の策定</li> <li>・無人空中モニタリングの充実、広域拡散評価の導入など、環境モニタリング強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□福井大学附属国際原子力工学研究所にて検討（原子力防災・危機管理部門におけるテーマ）</li> <li>・放射線計測・防護</li> </ul>
9. ふるさとへの帰還に向けた取組				
土壌等の除染・改良	9-① 汚染された土壌等の除染改良技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線量等分布マップの作成の空間線量率の測定・土壌調査開始</li> <li>・農地土壌についても放射能濃度分布マップの作成調査を開始</li> <li>・農地土壌の除染技術開発に関する実証実験を開始</li> <li>・被害の状況や除染改良対策の健全性を確認する上での手法について検討（モニタリングの手法等のマニュアル化を検討中）</li> </ul>		