

特集1 科学技術を通じた東日本大震災からの復旧・復興の取組

本特集においては、「東日本大震災復興基本法」(平成23年法律第76号)に基づく復興の基本方針¹を踏まえ、東日本大震災からの復旧・復興の現状と政府等の取組を整理し、科学技術を通じた復旧・復興の取組事例を紹介する。

1 東日本大震災からの復旧・復興の現状と政府等の取組

(1) 被災者支援

被災地において震災直後に約47万人²に上った避難者は、平成26年3月13日時点で約26万人³となっている。また、応急仮設住宅への入居者は約10万人⁴(平成26年3月時点)である。

被災者に対する支援として、被災者の見守り活動、心のケア等を実施し、地域包括ケア等の観点を取り入れた医療・介護等の基盤整備や関係者間での連携を進めている。また、高台移転、復興住宅の整備、東京電力株式会社(以下、「東電」という)福島第一原子力発電所の事故で避難している住民の帰還などを支援するための新たな交付金の創設等、インフラの整備や同事故からの産業の再生等に向けた支援も進めている(特集1-1(2)(3)(4)参照)。

(2) 地域づくり

インフラ等について、電気・ガス等のライフラインは平成23年度半ばまでにほぼ復旧し、交通網や水道施設等の公共インフラも、復旧がほぼ完了した(岩手、宮城及び福島の3県(以下、「被災3県」という)内の主要な直轄国道⁵の復旧率は99%(平成26年3月末時点)、鉄道の復旧率は90%(平成26年4月6日時点))。

災害廃棄物の処理について、岩手県及び宮城県においては、平成26年3月末までに処理が完了した。一方、福島県においては、「汚染廃棄物対策地域」を除いて、災害廃棄物の74%(平成26年3月末時点)の処理が完了している。引き続き、できるだけ早期の処理完了を目指している。

住宅再建・高台移転について、防災集団移転促進事業⁶においては、住まいの復興工程表⁷に基づく面整備事業を行う337地区及び茨城県の2地区のうち、90%が着工し、15%が完了している(平成26年3月末時点)。復興住宅については、被災3県が公表している必要戸数は約2.2万戸であり、そのうち2,241戸(平成25年11月末時点)の整備が完了した。

そのほか、医療施設については、被災3県において被災直後に入院制限又は受入れ不可であった病院の約93%(171か所)が回復し、学校施設については、全国で公立学校施設災害復旧事業に申請した学校のうち約96%(2,210校)の復旧が完了している(平成26年3月末時点)。

1 「東日本大震災からの復興の基本方針」(平成23年7月29日、東日本大震災復興対策本部決定)

2 青森、岩手、宮城、福島、茨城及び栃木の6県の合計(平成23年3月14日時点)

3 全国の避難所(公民館・学校等)、旅館・ホテル、その他(親族、知人等)、住宅等(公営、仮設、民間、病院を含む)にいる者の合計

4 岩手、宮城、福島、茨城、栃木、千葉及び、長野の7県の合計

5 被災3県を通る国道4号、6号、45号

6 「防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置等に関する法律」(昭和47年法律第132号)に基づき、被災地域において住民の居住に適当でない区域にある住居の集団的移転を行うための事業

7 被災者に住宅確保の見通しを持ってもらうために作成している、防災集団移転促進事業等の面整備事業で供給される民間住宅等用地及び災害公営住宅の整備の状況をまとめた工程表

(3) 産業・雇用

① 産業

鉱工業について、津波浸水地域¹に所在する事業所（59事業所）の生産額試算値で見ると、震災前の水準におおむね復旧しているものの、業種によっては復旧に時間を要している。資金繰り支援については、融資実績が約27万件（総額約5.6兆円）、保証実績が約10万件（総額約2.2兆円）となるなど、多くの需要に対応している（平成26年2月末時点）。

農業について、津波により被災した農地は約2.1万ha²であり、その約63%（約1.3万ha、平成25年12月時点）で営農再開が可能となっている。

水産業について、被災した漁港全体の約45%で陸揚げ岸壁の機能が全て回復（319漁港中143漁港、平成26年2月末時点）し、被災3県の主要な魚市場の水揚げ数量は、震災前の約70%³まで回復している。

観光業について、被災3県における観光客中心の宿泊施設の延べ宿泊者数は、震災前の約82%⁴であり、全国の水準を下回る状況が続いている。

産業のこうした状況に対して、農地の大区画化等の推進、資金援助等による水産加工施設や中小企業等の事業再開の推進、中小企業者等の二重債務問題に対する事業再生の支援などの施策を実施している。

② 雇用

被災3県の雇用情勢については、平成23年4月に有効求人倍率が0.45まで低下したが、平成26年3月時点では1.24となっている。しかし、沿岸部の一部では、人口減少等により、雇用者数は震災前の水準まで回復していない地域もある。また、建設・採掘等の職業では雇用における需要と供給のミスマッチ⁵も生じている。

これらの課題に対し、産業政策と一体となった雇用面での支援やハローワークにおけるきめ細かな職業相談、職業訓練への誘導などの就職支援を推進している。

(4) 原子力災害からの復興

福島復興・再生に向けた基本方針として、政府は、①早期帰還支援と新生活支援の両面で福島を支える、②福島第一原子力発電所の事故収束に向けた取組を強化する、③国が前面に立って原子力災害からの福島の再生を加速する、の3つの基本的な方向性を定めた、「原子力災害からの福島復興の加速に向けて」を平成25年12月に閣議決定した。

避難状況について、平成26年3月10日時点で、福島県全体の避難者数は約13.5万人である。そのうち、避難指示区域からの避難者数は約8.1万人、既に指示が解除された区域（旧緊急時避難準備区域⁶）からの避難者数は約2.1万人である。なお、避難指示区域については、平成25年8月までにすべての市町村で区域見直しを終えており、平成26年4月には田村市において東電福島第一原子力発電所の事故後初となる避難指示の解除が実施されている。

福島復興・再生に係る制度的な取組について、被災者の不安の解消や安定した生活の実現に寄

1 青森、岩手、宮城、福島、茨城及び千葉の6県の津波被災地域

2 青森、岩手、宮城、福島、茨城及び千葉の6県の津波被災農地

3 平成25年2月～平成26年1月の合計の水揚げ数量の平成22年3月～平成23年2月の合計に対する比率

4 平成25年12月時点で平成22年同月比で17.5%減

5 職種、産業や資格などの条件が求人側と求職側で一致しない状況

6 東電福島第一原子力発電所から半径20kmから30kmの区域のうち、主に避難指示区域を除く区域

与するための法律¹を策定し、子供に特に配慮した生活支援等を実施している。

原子力損害賠償について、原子力損害賠償紛争審査会²において、賠償すべき損害として一定の類型化が可能な損害項目やその範囲等を示した指針を順次策定するとともに、賠償に関する紛争について和解の仲介を行っている。なお、原子力損害賠償紛争解決センターに対して、東電の対応に関する不満が寄せられていることから、文部科学省においては、平成26年5月に東電に対して誠意ある対応を改めて文書で要請する等対応している。

放射線による健康への影響等に係る対策について、福島県民の中長期的な健康管理を可能とするため、福島県が実施する「県民健康管理調査」に対する支援を行っている。当該調査の「基本調査」では、平成25年12月末時点で約47万人の事故後4か月間の外部被ばく線量の推計が終了しており、その推計結果について、福島県「県民健康管理調査」検討委員会は、「放射線による健康影響があるとは考えにくい」と評価している。また、放射性物質を基準値以上に含む食品を流通させない措置、国民の低線量放射線の健康影響への不安に対するリスクコミュニケーションの効果的推進、放射線医学総合研究所による長期被ばくの影響とその低減化に関する研究等を行っている。

除染については、事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減させるため、法律³及び同法律の基本方針等に基づき、政府、地方公共団体等が協力して除染を実施している。国が除染を行う除染特別地域については、4市町で計画に基づく除染が終了し、その他の市町村についても復興の動きと連携した除染を進めることとしている。また、市町村が中心に除染を進めている汚染状況重点調査地域についても、計画に基づく除染が進められている状況である。

東電福島第一原子力発電所の安全性の確保について、事故後、政府と東電は、東電福島第一原子力発電所の緊急事態対応において、冷温停止状態、放射性物質の大幅抑制という安定状態に向けた目標を達成した⁴。その後、「東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」(平成25年6月改定、以下、「中長期ロードマップ」という)に基づき、廃炉に向けた取組を実施している。

農林水産業、観光業等に影響を与えている風評被害への対応について、国においては、放射性物質の検査結果の正確な情報の国内外への発信、消費者の理解増進を図るためのリスクコミュニケーションの推進や観光業の振興支援などを行っている。また、福島県においては、米の全袋検査等、原子力災害対策本部が策定したガイドラインで求められる検査以上の検査を自主的に行うなどの対応を図っている。

福島県全体の産業・雇用の課題について、原子力災害による被害を受けた福島県全体の復興を早期に進めるために、再生可能エネルギーや医療福祉機器等に係る研究開発拠点の整備が進められている。また、浜通り地域の産業基盤を再構築し、地域経済全体の復興を実現するため、地方公共団体の首長や産学官の有識者を構成員とし、原子力災害現地対策本部長が座長を務める「福島・国際研究産業都市構想(イノベーション・コースト構想)研究会」において、新産業・雇用の創出につなげることを目指した、地域経済の将来像や必要な支援策等についての検討を行っている(平成26年3月末時点)。

1 「東京電力原子力事故により被災した子どもをはじめとする住民等の生活を守り支えるための被災者の生活支援等に関する施策の推進に関する法律」(平成24年法律第48号)

2 「原子力損害の賠償に関する法律」(昭和36年法律第147号)に基づいて文部科学省に設置

3 「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」(平成23年法律第110号)

4 平成23年12月16日にステップ2完了

(5) 科学技術イノベーション総合戦略等による復旧・復興の取組

科学技術イノベーション総合戦略（平成25年6月7日閣議決定）においては、被災地が「新たな創造と可能性の地」となるよう、被災地の復興を進める中で、科学技術イノベーションを最大限活用し、効果的・効率的に取組を進めることとしている。

同戦略では、「科学技術イノベーションが取り組むべき課題」の一つとして、「東日本大震災からの早期の復興再生」を選定し、その重点的課題として、以下の5つを挙げている。

- ① 住民の健康を災害から守り、子どもや高齢者が元気な社会の実現
- ② 災害にも強いエネルギーシステムの構築
- ③ 地域産業における新ビジネスモデルの展開
- ④ 災害にも強い次世代インフラの構築
- ⑤ 放射性物質による影響の軽減・解消

そして、課題への取組に当たっては、復興再生を加速化するため、短期的に取り組むべきものは迅速に成果を出し、被災地の復興再生に直ちに活かしていくとともに、中長期的に取り組む課題についても成果を順次活かしていくものとし、さらに、その成果や活用事例を全国や海外に積極的に発信することで、被災地が世界の模範となることを目指す、としている。

さらに、総合科学技術会議は、同戦略を踏まえ、平成26年度科学技術重要施策アクションプラン対象施策に、「東日本大震災からの早期の復興再生」の課題解決に向けた取組を特定し、重点化している。

コラム 特-1

「新しい東北」の創造に向けた取組

東北地方は、震災前から、人口減少、高齢化、産業の空洞化等の課題が山積していた。このため、単に従前の状態に復旧するのではなく、震災復興を契機として、これらの課題を克服し、我が国や世界のモデルとなる「新しい東北」を創造すべく、取組を進めている。

特に、東日本大震災とその後の東電福島原子力発電所事故への対応を進める中で、再生可能エネルギーの利用促進や、エネルギー利用効率の向上等、持続可能な社会の構築に向けたモデル的な取組を進めるとともに、ICTの活用等により、最先端の技術を用いた新たな東北発の技術・産業の創出をしていくことが重要である。

例えば、福島県沖では、世界初となる浮体式洋上風力の実証研究事業を実施している。本格的な事業化を目指し技術的な確立を行うとともに、安全性・信頼性・経済性の評価を進めている。平成26年度から、世界最大の浮体式洋上風力発電設備（出力7MW等）2基の設置や評価も進めることとしており、これは、再生可能エネルギーを復興の柱に据える福島県にとって復興・再生のシンボルとなるものである。

また、福島県土湯温泉では、「新しい東北」先導モデル事業として、噴出する約150度の源泉を活用し、温泉の未利用分の熱エネルギーを使った温泉バイナリー発電¹の導入を目指している。あわせて、バイナリー発電の冷却水を利用した陸上養殖場を設置し、これらの生産物を六次化商品として開発し、地域活性化を狙うなど、先導的な「エコ温泉地」をつくる取組が進められている。



浮体式洋上風力発電施設
提供：経済産業省

¹ 水より沸点が低い媒体（水とアンモニアの混合物等）と熱交換し、この媒体の蒸気でタービンを回す発電

② 科学技術を通じた復旧・復興の取組事例

被災地の速やかな復旧・復興に向け、科学技術を活用した取組も進められている。

その中で、政府、地方公共団体、大学、企業等関係機関が行っている取組事例について、以下に紹介する。

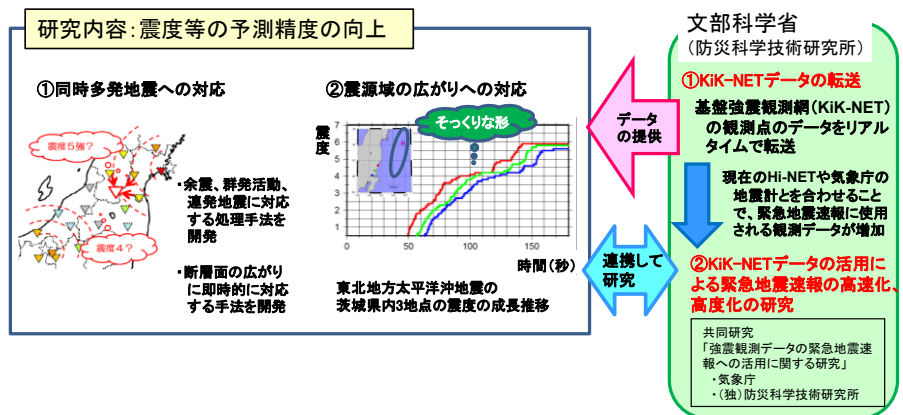
(1) 災害に強い地域づくりに向けた取組

① 緊急地震速報の精度向上に向けた取組

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震では、関東地方でも震度6強が観測されたが、緊急地震速報で予測した関東地方の震度は4程度にとどまり、正確に評価することができなかった。またその後の余震において、震度を過大に予測するなどの不適切な情報発表が続いた。これらの原因として「①緊急地震速報は数秒～数十秒という短い時間でマグニチュードを推定し、それを基に震度予想を発表するが、巨大地震の場合は震源断層の破壊が長時間続くため、短時間ではマグニチュードを正確に把握できない」、「②地震が連発した場合、複数の地震を一つの地震として処理し、適切な情報を発表できないことがある」などが挙げられた。

こうしたことを踏まえ、気象庁は、複数の地震の判断条件を見直すなどの改善を図った。また、気象研究所を中心に、地震が発生している時、ある時点までに観測されている地震の揺れを基に数秒から十数秒後にはどこまで、どれくらいの振り幅で地震動が広がるのかを予測する手法を開発している。この予測手法については、観測点が十分に存在する地域では、震度の誤差はおおむね1程度に抑えられ、見逃す割合を3分の1程度に軽減可能という結論が得られている。

今後、防災科学技術研究所の大深度地震計や海洋研究開発機構の海底地震計（DONET¹）の観測データも活用し、緊急地震速報を一層迅速かつ正確に発表することにより、被害の防止・軽減に貢献することとしている。



震度等の予測精度の向上に向けた取組の全体構想

提供：気象庁

② 災害時における救助活動支援技術の開発に向けた取組

東日本大震災において、水や災害廃棄物が障害となり、火災や救助現場に消防隊が到着できなかった事例が多数発生した。

こうした状況に対応するため、総務省は、津波で生じた災害廃棄物の中での消火、救助、救急搬送に必要な諸条件の基礎研究を行い、平成24年度に試作車を開発した。また無人ヘリコプターを利用し、空中からモニタリングするシステムを試作している。



試作消防車両

提供：消防研究センター

1 Dense Oceanfloor Network system for Earthquakes and Tsunamis

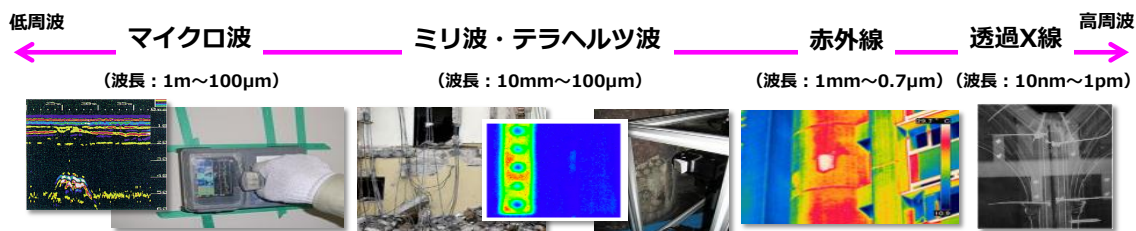
これらの取組は平成30年度の実用化を目指しており、災害現場における救助活動の迅速化によって、より多くの人命を救助することが期待される。

③ 建造物の非破壊での診断に係る取組

東日本大震災では、全壊・半壊となった建造物のほかにも、外形からは発見することができない損傷を受けた建造物が多く存在すると指摘されている。しかし、その診断方法は、専門家による目視が主流となっており、全建造物の診断には大量の時間を要するため、建造物の劣化状況を簡便に診断する技術の確立が求められている。

このため、情報通信研究機構は東北大学等と連携して、平成23年度から電磁波を利用して建造物の壁等の内部状況を診断するツールの開発を行っている。既に、最も効果的な周波数の電磁波を選定し、平成26年3月に試作機を完成させた。今後実証試験を行い、平成27年度までの実用化を目指している。

この診断手法は、大規模建造物から一般の住宅まで、より効率的かつ確実な診断を可能とする。これにより、潜在的な危険性を抱えたまま使用され続けている建物をいち早く発見し、災害に強い都市の構築に貢献することが期待される。



様々な電磁波による建造物材料の表面状態や内部構造の可視化、解析のイメージ
提供：情報通信研究機構

④ 津波による石油タンク被害等の発生防止に向けた取組

東日本大震災によって石油タンクが損傷し、石油タンクの流出及び損傷、並びに危険物の流出事故が発生した。また、我が国では初めて津波による石油コンビナート火災が発生した。石油流出に伴う火災発生、海洋汚染等の被害拡大防止や、被災地域への石油の迅速な配給のためにも、今回の被害発生の原因究明と今後の被害防止に向けた取組が必要となる。



被災した石油コンビナート
提供：消防研究センター

総務省は、石油タンクの損傷メカニズムについて研究・調査を行い、津波浸水深が3mを超えると配管に被害が生じ、5mを超えるとタンクそのものが損傷することを明らかにした。また、被害防止に向けて、石油の流出や火災の要因の一つとなっている石油タンクの液面振動（スロッシング）を予測・推定するシミュレータの開発を進めている。

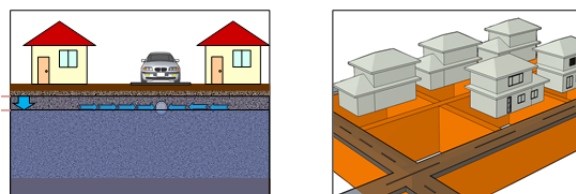
今後、各石油コンビナート内へ設置された強震計を活用し、その観測データをスロッシングシミュレータに活かす取組を進めていく。さらに、損傷メカニズムの解明やスロッシングシミュレータの成果を踏まえて、大規模危険物施設の設計、コンビナート地区の土地計画、防災時の避難計画等に活用することにより、減災に資することが期待される。

⑤ 液状化防止に向けた取組

東日本大震災では、被災地のみならず、千葉県沿岸部などでも深刻な液状化現象が生じた。被災後の復興対策において、既成の市街地における液状化対策工法等が、これまで確立されていなかったことが技術的問題として挙げられる。

この課題解消に向け、国土交通省は、地下にパイプを通し、排水することにより液状化を防止する「地下水位低下工法」や液状化地盤をセメント系の壁で格子状に囲む「格子状地中壁工法」など、新たな液状化対策工法の有効性を、実験や数値計算によって検証し、その対策効果の簡易評価シートを公表・配布した。

今後、前述した二つの工法を活用し、道路部分と宅地部分を一体的に設計・施工することで、液状化対策を従来と比べ低負担で行うことが期待される。



地下水位低下工法（左）、格子状地中壁工法（右）のイメージ図

提供：国土技術政策総合研究所

(2) 地域における暮らし・経済活動の再生に向けた取組

① 再生可能エネルギー産業等の推進による被災地の復興に向けた取組

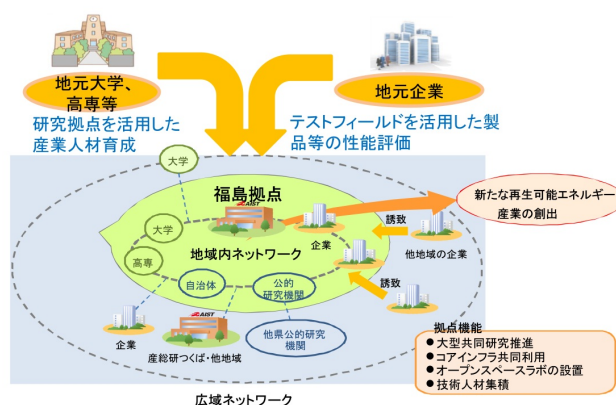
被災地における震災からの復興のために、震災の被害からの回復のみならず、震災前以上の発展につながるような産業の充実が必要である。復興の柱となる代表的産業の創出に向け、文部科学省と産業技術総合研究所は、世界に先駆けた再生可能エネルギーの研究を進めるとともに、再生可能エネルギー関連の地域の企業の支援や人材育成等を行っている。

(i) 「福島再生可能エネルギー研究所」における再生可能エネルギーの研究開発

産業技術総合研究所は、福島県に「福島再生可能エネルギー研究所」を創設し、平成26年4月の開所から本格的な取組を実施している。

同研究所は、再生可能エネルギーの更なる導入に向けて、水素キャリアの製造や高効率風車技術の開発、地中熱ポテンシャルマップの作成等の研究開発を行っている。また、同研究所は、地元の大学、高等専門学校等と連携し、研究所の研究機器等を活用した共同研究により、地元の再生可能エネルギー産業で活躍できる高度な人材の育成を行っている。

また、同研究所は、被災3県における再生可能エネルギー関連企業の技術シーズを、最先端の知見を活用して技術の性能評価をすることにより、地元企業の技術シーズが活用された製品等の市場導入促進に向けた支援も行っている。

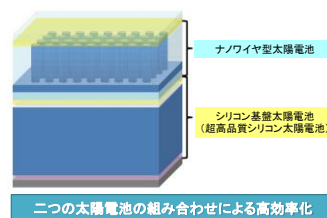


福島再生可能エネルギー研究拠点の概要

提供：経済産業省

平成25年度においては、同研究所の機能強化として、再生可能エネルギーの導入拡大に必要な大型パワーコンディショナ（電力変換装置）に関する試験評価・研究拠点の整備を開始した。本拠点整備により、国内で認証を行うとともに、将来の国際標準化を見据え、本拠点を活用した新たな試験・評価手法の開発を行い、海外市場における我が国の競争力強化を図ることとしている。

さらに、文部科学省は同研究所敷地内において、超高効率太陽電池に関する研究開発を実施することにより、基礎から実用化までの研究開発を一体的に推進する取組を実施している。

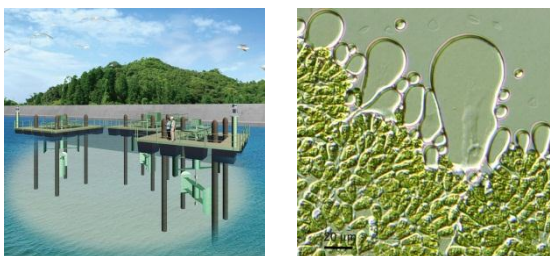


超高効率太陽電池の概要
提供：文部科学省

(ii) 被災地における実用化を目指す再生可能エネルギー関連の研究開発等

文部科学省は、東北の風土や地域性を考慮し、将来的には事業化・実用化され被災地が新たな環境先進地域として発展することに資する、三つの再生可能エネルギーの研究開発を平成24年度から支援している。

具体的には、東北大学を中心とするコンソーシアムが、①三陸海岸における波力や潮流を活用した海洋再生可能エネルギーの研究開発、②下水処理プロセスに微細藻類によるオイル（炭化水素）生産を組み合わせる研究開発、③電気自動車等を活用して地域の再生可能エネルギーの効率的利用と災害に強いまちづくりを目指す研究開発を、地方公共団体や企業の協力を得て実施している。



(左) 海洋再生エネルギー発電施設イメージ
(右) 油を生産する微細藻類

提供：文部科学省

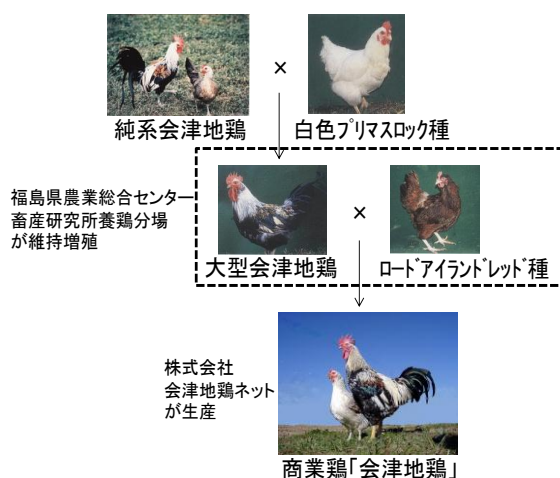
(i) (ii) の取組は、いずれも研究開発が始められたばかりであるが、今後の成果が被災地の復興・経済発展に貢献することが期待される。

② 研究機関の技術シーズを活用した被災地の企業支援に向けた取組

科学技術振興機構は、平成24年度から復興促進プログラムを実施している。そのうち、被災地に配置されたマッチングプランナー（目利き人材）が被災地企業のニーズを発掘し、全国の大学等が保有する技術とマッチングさせる取組については、平成25年度末までに245件行っている。具体的なマッチング事例について、以下紹介する。

福島県ブランド「福島逸品」として認証されている「会津地鶏^{じどり}」は、東電福島原子力発電所事故を契機に消費の落ち込みとともに生産量が減り、生産基盤が弱体化した。また、会津地鶏は、発育が緩やかであり、鶏肉となるまでに一般的な鶏の2倍以上の時間を要するため、生産量を増やしにくいという課題があった。

農業・食品産業技術総合研究機構、福島県及び



会津地鶏の交配様式
提供：科学技術振興機構

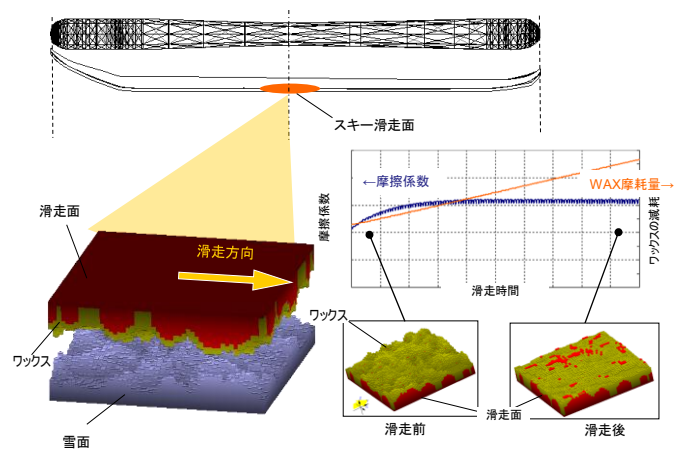
地元企業は、飼養期間を短縮し、飼料効率を向上させるため、発育性の改良に取り組んでいる。具体的には、会津地鶏の発育性は、親鶏の発育性により決定されるため、農業・食品産業技術総合研究機構が所持する親鶏の種の選抜技術、及び福島県 農業総合センターが所持する発育性に関連するゲノム情報を、親鶏の改良に活用し、その改良効果を地元企業が実証している。

各地での広報活動とともに、会津地鶏の生産効率の向上により、消費拡大を図り、地域経済の活性化に貢献することが期待される。

宮城県においては、新しいスキー用ワックスの開発が行われている。スキー用ワックスは、主成分パラフィンに様々な化合物が添加されたものであり、各競技の勝敗を決める要因の一つとなっている。しかし、添加剤の選定には明確な指針がない。

東北大学と地元企業は、東北大学のシミュレーション技術と地元企業の評価・計測技術を組み合わせることにより、滑走面と雪面との摩擦現象、はっ水性及び滑走面に対するワックスの浸透現象等の解明に取り組んでいる。

最適な添加剤を加えることで、従来をはるかに上回る高性能ワックスを開発し、そのワックスが日本スキーチームにより、オリンピックで使用されること等を目指している。

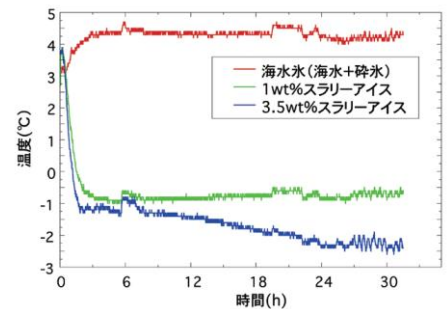


滑走面と雪面との摩擦現象の概要

提供：科学技術振興機構

岩手県においては、高知工科大学、岩手県、岩手大学及び地元企業の共同研究により、スラリーアイス製造技術を利用し、魚類を冷凍せずに水揚げの状態を維持した保存・輸送方法の開発が行われている。

本技術の確立により、鮮度の低下が早く、産地近郊でしか食べられない美味な魚を、鮮度を落とすことなく流通させることができ、魚の状態に関係なく一定量の安定した供給が可能になる。これにより新たなブランド化を行い、地域の漁業の活性化につなげることを目指している。



3.5%と1%のスラリーアイス及び海水水でのカツオの中心温度の時系列変化

提供：科学技術振興機構

これらの取組を通して研究機関の技術シーズが活用されることにより、被災地企業での新たな雇用を創出し、復興に資することが期待される。

(3) 原子力災害からの復興に向けた取組

① 農地の放射性物質低減に向けた取組

福島県をはじめとする被災地域の復興のためには、東電福島原子力発電所事故により甚大な被害を受けた農業の再生が不可欠である。農林水産省は、農地の除染技術の開発実証と農作物への放射性物質の移行低減に関する研究及び技術開発を実施している。

(i) 農地土壌の放射性物質除去に向けた取組

農林水産省は、東電福島原子力発電所の事故以降、農地除染基本技術の開発や、除染作業機の開発を行っている。平成24年度は、農地の種類（田、畑、牧草地）や現場の条件に応じた効果的・効率的な除染技術等を開発した。

そのうち、田及び畑の除染技術については、福島県の飯舘村と川俣町において、工事実施レベルで実証を行い除染効果を確認した。例えば、表土（5 cm程度）の削り取りについては、作土層（深さ15cmまでの土壌）の放射性セシウム濃度は8～9割程度、地上1 mの空間線量率は6～8割程度減少することを明らかにした。

農林水産省は、これらの実証等の結果を取りまとめ、農地除染対策の技術書を策定し、公表している。



農地の表土削り取り機

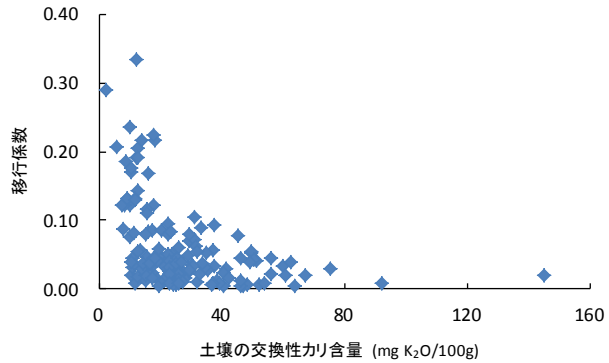
提供：農業・食品産業技術総合研究機構

(ii) 農作物への放射性物質の移行を低減させるための調査研究

作物中の放射性セシウム濃度を高める土壌要因について解明するため、内閣府及び農林水産省は、米、大豆、そば及び牧草について放射性物質の作物への取り込みの要因究明のための調査と、その対策技術の開発等を行った。その結果、カリ施肥により土壌の交換性カリ含量¹を一定水準まで高めることが放射性セシウムの吸収抑制対策として有効であることが改めて確認された。また、カリ濃度の低い草地で育った牧草は、放射性セシウム濃度が高まりやすいこと等が分かった。

また、汚染した^{もみ}籾すり機を、汚染されていない籾を用いても洗い²を行うことにより、汚染された籾すり機を通じた玄米の汚染を防止できることを明らかにした。

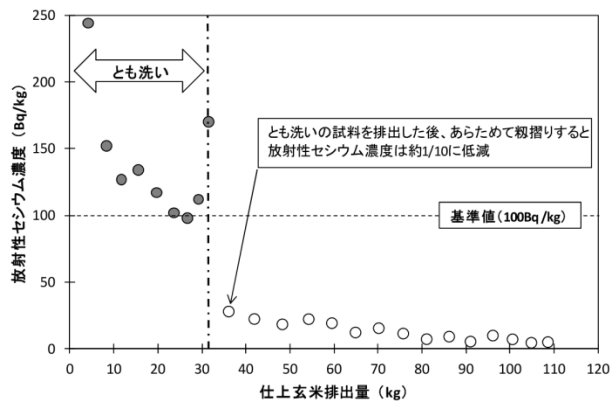
以上の研究開発により、得られた知見が現場の除染作業や作物生産において活用されることで、東電福島原子力発電所の事故により甚大な損害を被った被災地域の農業の回復に貢献することが期待される。



土壌中の交換性カリ含量と大豆の移行係数との関係

※ 土壌の交換性カリ含量は、栽培後の数値

提供：農林水産省



とも洗いによる玄米の放射性セシウム濃度の変化

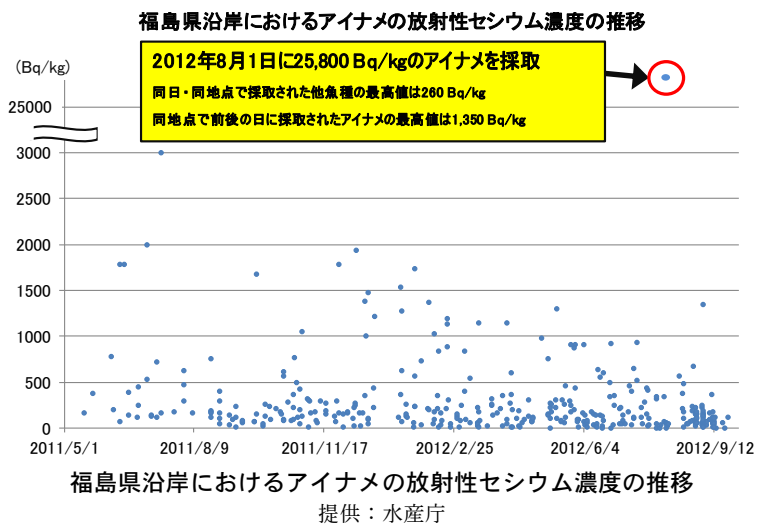
提供：農林水産省

1 植物が吸収できるカリウムの含量

2 ここでは、籾すり機内部に付着している放射性物質を、汚染していない籾を使いあらかじめ除去することを指す。

② 水産物の放射性物質の調査による水産物の安全性及び消費者の信頼の確保に向けた取組

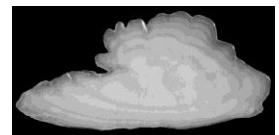
福島県及び近隣県において、週1回程度の放射性物質検査が行われており、基準値を超える値や基準値に近い値が検出された場合には、出荷制限や漁の自粛などの措置がされている。検査の結果を見ると、東電福島原子力発電所の事故直後の平成23年4～6月期には、基準値を超える検体の割合が53.0%と高くなっていたが、平成26年1～3月期は1.7%まで低下している¹。



その一方で、平成24年8月に、

東電福島第一原子力発電所からおよそ20km離れた福島県沿岸において、これまでの最高で他の検体に比べて数百倍の濃度の放射性セシウム（25,800 Bq/kg）を含むアイナメが採取された。

内閣府及び水産庁は、このような高濃度汚染魚の原因究明及び汚染経路の解明のため、平成24年度に、高濃度に汚染された魚類から摘出した耳石における放射性物質を分析する技術を確認し、汚染時期・生息環境履歴等を把握する研究を実施した。



耳石

提供：水産総合研究センター

この結果、前述したアイナメは、平成23年の春から夏にかけて東電福島第一原子力発電所港湾内か、そのごく近くの海域で、同所から放出された極めて高濃度の汚染水によって40～50万Bq/kg程度まで汚染され、その後同所港湾から約20km離れた海域まで、放射性セシウム濃度を低下させつつ移動した可能性が最も高いことが分かった。また、これにより、漁業者からの要望を踏まえ、東電が実施していた港湾口の移動防止用網の設置や、同所港湾内に生息する魚類等の駆除の有効性が確認されることとなった。

この調査結果から得られた知見の発信とともに、引き続き放射性物質検査を実施することによって、水産物の安全性及び消費者の信頼の確保に資することが期待される。

③ 総合モニタリング計画に沿ったモニタリングの実施

東電福島第一原子力発電所の事故により大量の放射性物質が環境中に放出された。このため、居住地域を中心とした放射性物質の分布状況の中長期的な把握、環境中に放出された放射性物質の拡散、沈着の状況の把握等を目的に、「総合モニタリング計画」²に沿って、関係府省、福島県等が連携して東電福島第一原子力発電所の事故に係る放射線モニタリングを実施している。

具体的には、モニタリングポスト³等による空間線量の測定、土壌に含まれる核種ごとの放射性物質の分析、河川や海などの水及び土に含まれる放射性物質の分析、食品や水道水に含まれる放射性物質の分析などの各種モニタリングを実施している。

1 事故後1年間でその割合は半減し、平成24年4月以降は、事故後に50Bq/kg以上が検出された魚種に調査の重点を移して継続したが、それでも基準値を超える割合は低下を続けた。福島県以外においては、基準値を超える検体の割合は徐々に低下し、平成24年10～12月期以降は1%を切るレベルが続いている。
 2 平成23年8月モニタリング調整会議決定、平成24年3月及び4月、平成25年4月改訂
 3 空気中の放射線量を継続的に測定する装置

これらのモニタリングの結果については、ウェブサイトへ速やかに掲載している。

総合モニタリング計画（平成25年4月1日改定）に沿った主要なモニタリング		※総合モニタリング計画に沿った各省のモニタリング実施体制
全国的な環境一般のモニタリング （原子力規制委員会、都道府県等） <ul style="list-style-type: none"> 各都道府県におけるモニタリングポストによる空間線量率の測定結果をリアルタイムで公開 事故発生以前の水準調査と同程度の分析精度で、降下物（雨や空気中のほこり等）は月に1回、上水（蛇口）は3ヶ月に1回の頻度で、放射性物質の濃度を測定 福島県隣県の比較的放射性物質の沈着量の高い地域について、航空機モニタリングを実施。 	港湾、空港、公園、下水道等のモニタリング （国交省、福島県、自治体等） <ul style="list-style-type: none"> 下水汚泥中の放射性物質の濃度の測定 港湾、空港、都市公園等の空間線量率の測定 	
福島県全域の環境一般のモニタリング （原子力規制委員会、原災本部、福島県、東京電力等） <ul style="list-style-type: none"> 可搬型モニタリングポストを福島県及び福島隣県に設置し、測定結果をリアルタイムで公開 原子力発電所周辺の空間線量率、大気浮遊じん(ダスト)等の継続的測定 空間線量率の分布、地表面への様々な放射性物質の沈着状況を確認するとともに、陸域における放射性物質の移行状況調査を実施 原子力発電所80km圏内における航空機モニタリングを定期的を実施 避難指示区域等における詳細モニタリングの実施 	水環境、自然公園等、廃棄物のモニタリング （環境省、福島県、市町村、東京電力等） <ul style="list-style-type: none"> 福島県並びに近隣県の河川、湖沼・水源地、地下水、沿岸等における水質、底質、環境試料の放射性物質の濃度及び空間線量率の測定 野生動物の放射性物質濃度の分析を実施 放射性物質汚染対処特措法に基づき、廃棄物処理施設等の放流水中の放射性物質濃度、敷地境界における空間線量率等の測定を実施 	
海城モニタリング （原子力規制委員会、水産庁、国交省、海保庁、環境省、福島県、東京電力等） <ul style="list-style-type: none"> 福島県及び周辺県を中心として、(1)東電第一原子力発電所近傍海域、(2)沿岸海域、(3)沖合海域、(4)外洋海域、(5)東京湾について、海水、海底土及び海洋生物の放射性物質の濃度を測定 	農地土壌、林野、牧草等のモニタリング （農水省、林野庁、都道府県等） <ul style="list-style-type: none"> 福島県及び周辺県について、農地土壌の放射性物質の濃度の推移の把握や移行特性の解明を行う 福島県内の試験地において、森林土壌、枝、葉、樹皮及び木材等の放射性物質の濃度を測定 関係都道府県毎に都道府県内各地の牧草等について放射性物質の濃度を測定 福島県内において、ため池等の放射性物質の濃度を測定 	
学校、保育所等のモニタリング （原子力規制委員会、文科省、厚労省、福島県等） <ul style="list-style-type: none"> 福島県内の学校等に設置した約2700台のリアルタイム線量測定システムによる空間線量率の測定結果をリアルタイムで公開 屋外プールの水の放射性物質の濃度の測定 学校等の給食について、放射性物質を測定するための検査を実施 	食品のモニタリング （厚労省、農水省、水産庁、福島県、関係自治体等） <ul style="list-style-type: none"> 食品中に含まれる放射性物質の濃度を測定 食品摂取を通じた実際の被ばく線量の推計調査を実施 	
	水道水のモニタリング （厚労省、原災本部、都県等） <ul style="list-style-type: none"> 関係都県毎に、浄水場の浄水及び取水地域の原水に関して、また、福島県内については、水源別に水道水における放射性物質の濃度を測定 	
※上記の各種モニタリングの結果は、原子力規制委員会のウェブサイトに設置したポータルサイトを通じて一元的に情報発信。		

総合モニタリング計画に沿った各省庁におけるモニタリングの実施体制

提供：原子力規制庁

④ 放射性物質の分布状況の把握のための取組

放射線量の高い地域において放射性物質の分布状況を把握するための様々な遠隔測定技術の開発が進められている。

文部科学省及び日本原子力研究開発機構は、放射線を可視化し、空中から放射性物質の分布状況を把握できる無人ヘリコプター搭載用コンプトンカメラを用いた遠隔測定手法の開発を進めている。従来の手法では、空中からの遠隔測定時に、山林の斜面等からの放射線の影響により誤差が生じ、詳細な分布状況のマップの作成ができなかった。このため、コンプトンカメラの特徴を活用して直下の地表面に限定した放射線の分布を正確に測定する技術を開発し、平成27年度までの実用化を目指している。



放射性物質の分布状況の把握イメージ図

提供：文部科学省

この手法を用いることで、放射性物質の分布状況の経時変化を、広域かつ正確に把握することができると、住民や地方公共団体への速やかな情報提供、環境中での放射性物質の移行評価などに貢献することが期待される。

⑤ 東京電力株式会社福島第一原子力発電所の安定化並びに廃炉に向けた取組

(i) 廃炉に向けた道筋と取組

政府と東電は、中長期ロードマップに基づき、廃止措置終了までの期間を3つに区分けし、それぞれの期間で目標を設定した上で、東電福島第一原子力発電所の安定化、廃炉に向けた取組を実施している。第1期の目標としていた使用済燃料プールからの燃料の取り出しについては、当初計画から1か月前倒し、平成25年11月から4号機にて開始することで目標を達成している。



4号機の使用済燃料プールからの燃料の取り出し

提供：東京電力株式会社

4号機については、平成26年末頃の燃料取り出し完了を目指し作業を進めるとともに、1～3号機の使用済燃料取り出し、燃料デブリ¹取り出しの開始に向け、建屋内除染、原子炉格納容器の漏えい箇所の調査、使用済燃料プール内の災害廃棄物（がれき）撤去等を進めている。

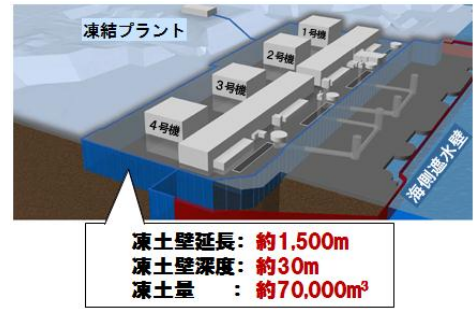
また、汚染水対策については、根本的な解決が急務であり、平成25年9月、原子力災害対策本部において、「東京電力（株）福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針」を策定し、関係閣僚会議の設置等の体制の強化、

政府による工程管理の徹底等を図るとともに、対策の着実な実施を図ることとした。さらに、平成25年12月には、同本部において、「東京電力（株）福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水問題に対する追加対策」を決定し、予防的かつ重層的な対策の実施とともに、体制を強化することとした。

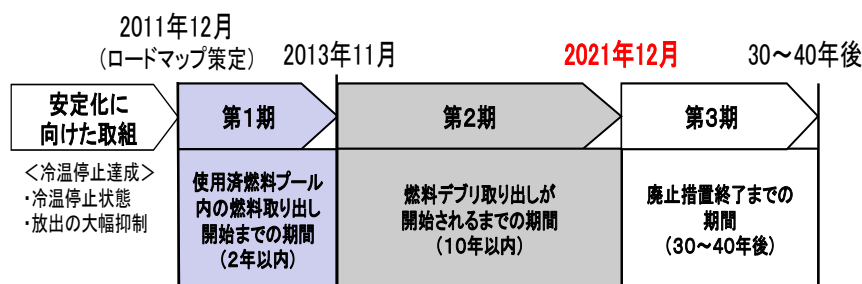
これらの決定を踏まえ、「汚染源を取り除く」「汚染源に水を近づけない」及び「汚染水を漏らさない」の三つの基本方針に基づいて汚染水対策を進めている。具体的には、汚染源を取り除く対策については、既存の装置と比べ発生する廃棄物が少ない多核種除去装置の稼働に向けた準備を進めている。また、汚染源に近づけない対策については、凍土方式の陸側の遮水壁に関して、平成27年春頃の運用開始を目指し、準備工事等を実施している。さらに、汚染水を漏らさない対策については、海側の土壌改良を既に完了させるとともに、海側に遮水壁を設置する工事を進めている。

さらに、日本原子力研究開発機構が建設・運営主体となり、福島県内に放射性物質の分析・研究や災害対応ロボット等に関する技術基盤を確立するために、遠隔操作機器・装置の開発実証施設（モックアップ施設）及び放射性物質の分析・研究施設の整備を進めている。

燃料デブリの取り出しを開始するという第2期の目標達成に向け、国内外の叢智^{あいち}を結集して着実に取組を進めるとともに、作業員の労働環境の改善や原子力損害賠償・廃炉等支援機構の構築に着手するなど、30～40年後の廃止措置の完了を見据えた取組を進めている。



凍土壁全景及び断面
提供：鹿島建設株式会社



東京電力（株）福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ
提供：経済産業省

(ii) 原子炉施設の廃止措置に向けた研究開発

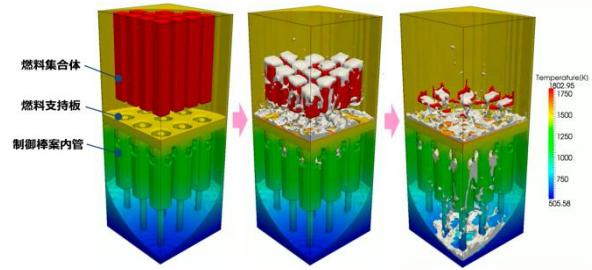
東電福島第一原子力発電所の廃止措置には、長い年月とこれまで経験のない技術的困難を伴うことが想定されるため、中長期ロードマップに基づいて、使用済燃料プールから取り出した燃料の取扱い、燃料デブリ取り出し準備、固体廃棄物の処理・処分等に係る研究開発について、技術研究組

¹ 燃料と被覆管等が溶融し再固化したもの

合 国際廃炉研究開発機構、日本原子力研究開発機構、民間企業等が連携して研究開発を進めている。

具体的には、高温、海水注入やがれきの落下などの影響を受けた燃料集合体の長期保管に係る健全性を評価する使用済燃料集合体の健全性評価¹、燃料デブリの取り出し時に臨界に達しないよう、燃料デブリの取り出しに伴う形状や水分量の変化を想定した再臨界防止策及び計算シミュレーションにより臨界条件を検討する臨界管理技術の開発、炉心下部における燃料溶融物の移行挙動の把握のため、圧力容器内の燃料集合体、燃料支持板、制御棒案内管を簡略模擬し解析する事故進展解析技術の開発等を実施している。

今後、東電福島第一原子力発電所の廃炉に向け長い道のりが想定されている中、これらの研究開発を早期に進め実際の廃炉作業に活かしていくこととしている。



燃料溶融物の移行挙動解析結果の例

提供：日本原子力研究開発機構

(iii) 原子力災害現場におけるロボットの活用

高放射線量やがれきにより人が入ることが困難な原子炉建屋内の状況把握のため、事故直後から放射線量や画像等のデータ取得ができる災害ロボット²が現場で活用されてきている。

さらに、政府と東電は、(i) で述べた様々な取組を進めるため、それまでアクセスが困難であった箇所でのデータ取得、原子炉建屋の除染等、廃止措置に必要な調査・作業等を行う様々なロボットを開発、投入・活用している。

平成25年においては、例えば、高所^{きょうあい}狭隘部の状況調査のための高所調査用ロボット（6月投入）、東電福島第一原子力発電所1号機の格納容器下部からの漏えいを確認調査するための水上ボート（11月投入、漏えい発見実績あり）、同発電所2号機の除染のための除染作業ロボット（ラクーン、11月投入）、同発電所3号機のがれき撤去のためのがれき撤去作業ロボット（ASTACO-SoRa、7月投入）を活用した。

また、平成26年2月には、がれき等の吸引及び研削材を吹き付け表面を削ることで汚染物を除去する吸引・ブラスト除染装置の実証試験を、同発電所1号機で実施した。

政府と東電は、今後も引き続き原子力災害現場用のロボットの開発・活用を進め、廃炉に向けた取組を実施していくこととしている。



(左) 高所調査用ロボット
(右) 水上ボート

提供：東京電力株式会社



(左) ラクーン (右) ASTACO-SoRa

提供：東京電力株式会社



吸引・ブラスト除染装置

提供：東京電力株式会社

1 日本原子力研究開発機構で保管している使用済燃料の部材などを利用し、高温海水に浸したときの機械強度への影響などを評価
2 クインス、サーベイランナーなど