

## 赤羽原子力災害現地対策本部長の米国視察について

赤羽原子力災害現地対策本部長は、平成 26 年 1 月 12 日から 1 月 19 日まで、米国国際標準技術研究所（NIST）、テキサス A & M 大学、ハンフォード・サイト周辺地域を訪問し、「福島・国際研究産業都市構想（イノベーション・コースト）研究会」の検討事項について、要人との意見交換及び視察を行った。

### 1. 日程

- 1 月 13 日（月）米国国際標準技術研究所（NIST）視察
- 1 月 15 日（水）テキサス A & M 大学視察
- 1 月 16 日（木）ハンフォード・サイト視察、  
地域コミュニティとの意見交換（TRIDEC）
- 1 月 17 日（金）パシフィックノースウエスト国立研究所（PNNL）、  
ワシントン州立大学（WSU）視察

### 2. 概要

#### （1）1 月 13 日（月）NIST

##### ① Robot test facility (Building 207) Adam Jacoff

- ・本施設は、都市における人命救助、爆弾処理、軍事作戦等への活用を想定したロボットについての試験施設であり、様々な現場を模擬したセットが設置されている。
- ・ロボット開発者は、本施設において、ロボットの性能を高めるための試験を積み重ねるとともに、ユーザーの意見も取り入れ、必要な機能についての改良を行う。
- ・NIST は標準化機関として、ロボットの試験方法についての標準化を行うことで、開発者とユーザーをつなぐ役割を果たしている。最近では、ワシントンDCの爆弾処理ロボットや国防総省の軍事用ロボットの調達に関して、ロボットの性能評価を行う技術支援を行った。



Building 207 の外観（約 1000 m<sup>2</sup>の大きさ）



爆弾処理ロボットの実証風景  
（消防士がロボットから送信される  
カメラ画面だけをみて操作している）

## ②NISTにおける災害対応ロボット標準化の取組 Adam Jacoff

- ・災害現場において真に活用可能なロボットを開発するためには、ユーザーである消防士等災害対応者の意見を反映させて開発を行う必要があるが、ロボットの専門家ではない彼らにとって、具体的な改善点を挙げることは難しかった。
- ・そこで、NISTは、ロボットの各種性能を図るテスト方法を標準化し、統一のものさしで開発者とユーザーが意見交換できる仕組みを開発した。
- ・現在、NISTでは、Building 207等にユーザーを招き、標準化されたテスト方法を用いて試験を行うことで、ユーザーと開発者をつなげ、実用性の高いロボット開発のコーディネートを行っている。



## ③DARPA Robotics Challengeについて Eric Krotkov

- ・米国防総省下の国防高等研究計画局（DARPA）の主催する災害対応ロボットのイベント形式での研究支援プログラム。達成すべき課題を設定し、優勝した者に賞金 200 万ドルを与える。米国外からのエントリーも可能で、選抜されたチームは期間中 DARPA から助成を受けられる。
- ・現在開催中のチャレンジ（2012 年～2014 年）は、震災直後の福島第一原発のように、人が作業できない過酷環境を想定した課題設定がされており、日本からも 1 チームが出場し、現在暫定 1 位。
- ・昨年 7 月、経済産業省と米国防総省は人道支援・災害対応ロボットの共同研究の実施に合意。平成 26 年度より共同研究を開始する予定。今後、日本でのチャレンジ開催についても期待が表明された。

(チャレンジ課題)

- ・ 乗り物を運転し、所定の場所まで移動する。
- ・ 乗り物から降り、がれきのある場所を移動する。
- ・ 通路を塞いでいるがれき（5 kg 以下）をよける。
- ・ ドアを押して開け、建物内部に入る。
- ・ はしごを上り、その上の通路を渡る。
- ・ 道具を使ってコンクリートのパネルを破壊する。
- ・ 煙が漏れているパイプを特定し、バルブを閉めて止める。
- ・ 冷却ポンプ等（人が片手で持てる程度のもの）を交換する。



#### ④出席者との意見交換

- ・ ロボット開発においては、多様な技術分野の参入を可能にすることが重要であり、ハードはオープンソースにすることが重要。ロボティクスチャレンジでもハードは共有化してソフトだけを競う場も設けている。福島で廃炉をはじめ様々なロボット開発を行う場合についても、オープンソースを用意すべき。
- ・ また、大手原発メーカーだけでなく、中小企業を含めた多様な技術を活用するため、彼らの参入を促す様々なインキュベーターアプローチをとるべき。
- ・ 廃炉だけにとどまらないロボット開発の分野としては、橋梁の検査などインフラの点検・補修に関する分野がクローズアップされている。また、ロボットの2大構成要素はオートノミー（自立性）とパーセプション（認知）であり、これら要素は他産業への展開が可能。
- ・ また、オペレーターの訓練やロボット関連競技会のマネジメント、ロボット研究拠点に関する技術的な助言についても協力の用意がある。

## (2) 1月15日(水) テキサスA&M大学

### ①TEEX(Texas A&M Engineering Extension Services)

- ・ テキサス A&M 大学の1組織。緊急時対応のトレーニング、技術支援を通じて実務者の技能向上、育成を図り、公共の安全確保、州および米国の経済成長に資する。
- ・ 敷地面積約 120 万㎡内にブライトン消防訓練施設、Disaster City、災害対策本部トレーニングセンター等各種訓練施設を保有、運営。1年で 84,000 人が訓練を行い、5,000 以上の授業、延べ 150 万時間の訓練を実施。
- ・ 年間予算約 80 億円で、運営費の 90~95%は施設利用料で賄われる。残る 5~10%についても、民間企業など様々なスポンサーからの資金で賄われている。施設利用者は、消防関係者が 8 割、軍関係者が 2 割で、ほかに石油化学系の会社等も利用する。



- ・ 当初はテキサス A&M 大学における実務教育部門として開始（消防訓練は 1930 年に開始）。現在は、消防に限らず、都市部での災害時のレスキュー（Urban Search & Rescue）、建設事業における安全、危険物の取り扱いなど多岐にわたる教育プログラムを提供。緊急時対応の訓練施設としては授業数、受講者数、施設規模の観点から米国最大規模。

- ・ Disaster City はオクラホマシティの連邦政府ビル爆破事件を機に大規模な人的・自然災害への対応訓練を目的に 1997 年に作られた。初期投資は 800 万ドルで 3 年前に 100 万ドルで施設を増設。
- ・ ユーザーがどのような訓練をしたいかによって、施設のセットはアレンジ可能であり、例えば東工大の研究チームは放射性物質を持ち込んで実験を行った。



完全倒壊した建物（最近では東工大の研究チームがロボットを使った放射性物質の探索実証を実施）

## ② Texas A&M 大学ロボット研究者との意見交換

- ・ 災害時の捜索および救助を目的としたロボット開発および災害現場への適用、トレーニング等を行っている。ロボットの実証試験、トレーニングについては、Disaster City で実施している。
- ・ 災害発生時に災害対応ロボットを提供する協力者を募り、種々の災害対応ロボットを平常時から登録、確保しておくことにより、災害発生時に現場に必要なロボットを迅速に派遣する活動を行っている。
- ・ これまで 15 件の出動実績があり、そのうち 3 件は国際レスキューシステム研究機構（IRS、会長：田所諭東北大学教授）と共同実施。3.11 東日本大震災においても南三陸町、陸前高田市等で海中捜索を IRS と合同で実施したほか、福島第一原発事故の初動対応でも遠隔操作ヘリを提供。
- ・ 「福島ロボットテストフィールド」については、オペレーター訓練機能が必須であり、トレーニングの結果をすぐに実践にフィードバックできる体制づくりが重要。また、廃炉用ロボット研究については、将来的には日米での共同研究を実施したいとの意向が表明された。

### (3) 1月16日(木) ハンフォード・サイト視察、地域コミュニティとの意見交換 (TRIDEC)

#### ①ハンフォード・サイトの視察

##### 汚染水流出防止措置 (100N area)

- ・ 1960-88年にかけて原子炉が稼働し、放射性ストロンチウムが地下水に大量に流入。
- ・ コロンビア川に地下水中のストロンチウムが流れ込まないようにする対策として、アパタイトバリア(リン酸化合物を地中に注入してストロンチウムを固定化する)を全長900m、5mおきに設置。川に流れ込むストロンチウムの90%が除去されている。



##### ERDF (環境修復処理施設)

- ・ 低レベルの放射性廃棄物、毒性化合物の埋め立て処分施設であり、トラックに乗せた状態で測って1.5mSv/h未満の廃棄物が処理される。
- ・ 処分量は多い年で年間250万トン、300人程度で作業している。
- ・ 一般公開されており、年1回募集をするが10分で定員に達する(無料)。



##### 地下水浄化施設

- ・ 2012年夏に稼働、80000ℓ/分の水を処理できる。あらゆる汚染物質を除去できる施設で2050年まで稼働が続けられる予定。
- ・ ポンプで井戸からくみ上げた水が配管を通過してサイト内全土から地下水が集まってくる。ここで処理された地下水は再度地下に戻される。



#### ②地域コミュニティとの意見交換 (TRIDEC)

(TRIDECの活動について Gary Petersen 副代表)

- ・ ハンフォードの南端地域を、コミュニティに返還して産業用地にすることが政府とコミュニティの間で1999年に決定された。
- ・ コミュニティではここをグリーンエネルギーパークとして開発し、モジュール型原子炉、太陽光発電、電気バス、バイオ燃料等についての

生産拠点として活用する予定。

- ・ ハンフォード・サイトを観光活用するため、一般ツアーを一部開始した。年間1万人、40数か国の人間が訪れている。コミュニティはマンハッタン計画地域と名付けて年間10万人の人間を呼び込むことを計画。

(Tri-Cities Research Districtについて)

- ・ ハンフォード南東部約7000㎡の土地には、PNNL、WSU、ハンフォードの関連事業者が集積しており、7000人の雇用が存在するが、更なる研究・産業を呼び込むため、この土地をリサーチパークとして指定した。
- ・ また、エネルギーノースウエスト社からの支援でインキュベーションセンターを作った。さらに、ハンフォード・サイト内の埋め立て処分場の手数料の数パーセントを徴収する仕組みをつくり、それを基金化して、将来の産業創出のための資金として使っている。
- ・ 国内外から投資が行われる場合はEB5リージョナルセンターを通して行われる。ここ数年で4000万ドル相当の建物や設備が投資された。

(浄化活動関連企業の地域貢献 Jerry Holloway (Washington River Protection Solutions))

- ・ 地下に埋設されたタンク廃棄物の安全管理や様々な環境除染作業に従事している。プロジェクトは長期で、コミュニティに対する影響も大きい。施設で働く従業員は1500名で年間予算は約5億ドル(2013年)。
- ・ 我々は地元経済に対して1億2500万ドルから1億7500万ドルの投資を行っている。調達先の15%が地元小規模企業となるよう目標としていたが、現在は大きく上回っており約60%に上る。また、各企業に寄付として400万ドルを拠出している。
- ・ コミュニティと請負業者との良質な関係を保つため、①教育、②経済開発、③社会サービスの3つの分野への貢献を自主的に行っている。
- ・ 例えば①では、WSUに土木工学プログラムを立ち上げるために70万ドルの寄付を拠出。プログラムを学んだ学生をインターンとして受け入れ、最終的には採用したいというのが我々の狙い。
- ・ また、コロンビアベースンカレッジで、核廃棄物プログラムを立ち上げた。ハンフォードサイドでの労働者のニーズに応えるためのプログラムで、卒業生を既に採用している。

(中小企業組合の活動 Keith Klein)

- ・ 浄化活動のための数十億ドルが誰のポケットに入るのか？ この問題は政府がどういう契約文面とするかにかかっている。
- ・ 請負業務のうち、自社で行うもの、下請けに出すもの、金額的にも業務内容についても精査が必要。我々はこれら下請け業者を代表する組織であり、地元の企業の声を代弁している。
- ・ ハンフォードでの経験は、地域外でのビジネスに活かすことができるようになった。例えば、NPAA(全米海洋大気庁)からもコンサル受注を受けるようになった。社員の50%はハンフォード地域以外でのビジネスに従事している。

(大企業の活動 Frank Armijo (Lockheed Martin))

- ・ サイトサービスのコンストラクター。IT、電気、水道などのインフラ。消防、緊急時対応、パトロール、核関連施設の警備なども行っている。
- ・ 業務の30%は外注で、うち80%は地元中小企業に発注している。TRIDECでは外注割合が規定されている。業務を下請けに出すことで、下請企業の訓練、育成につながる。ハンフォード以外の他のビジネスを手掛ける時にノウハウを生かしてほしいという狙いがある。
- ・ 地域への貢献としては、WSU 新入生全員へのパソコン提供も実施（2年まで在籍すれば無償提供）。

#### (4) 1月17日(金) パシフィックノースウエスト国立研究所 (PNNL)、ワシントン州立大学 (WSU) 視察

##### ① パシフィックノースウエスト国立研究所 (PNNL)

(PNNL の地域での役割について Mike Kluse 所長)

- ・ PNNL の年間予算は10億ドル弱、4300人のスタッフ。DOE のオフィスオブサイエンスの下に置かれており、査読されたサイエンスペーパーを作成すること、技術を産業化する意味で特許化するということが重要な役割。
- ・ PNNL での研究成果は150以上のベンチャー創出につながり、それらの企業は、この研究所の科学者、エンジニアが始めたものもある。この地域の経済の多角化に貢献している。
- ・ また、PNNL がコミュニティで果たす役割として、理系教育の増進に注力している。3つのコミュニティ、WSU とコロンビアベースンカレッジと組んで、リッチランドにデルタ高校(理系に特化した学校)を設立した。将来も継続的に理系の学生を輩出できる体制を整えることが重要。

##### (Environmental Molecular Sciences Laboratory (EMSL) 視察)

- ・ EMSL は、世界の科学者に対して開かれた共有施設であり、日本を含めた60か国の科学者が利用している。スパコンや高精密の分析計器が集まっていて、これだけ集まっているのは世界でここだけである。
- ・ ユーザーが入ってこられるメカニズムはいくつかあり、サイエンスチームフォールは2年間施設利用料がかからない、これは非常に激しい競争となる。施設利用料の一部を払ってもらうというやり方もある。
- ・ もともとの施設設計はハンフォードの課題に応えるためのもの。今日もその役割は存続しているが、先進的なバッテリーやバイオマスを燃料に転換するための非常に重要な役割も演じている。
- ・ 研究事例として、例えば汚染された環境物質を持ち込んで分析し、スパコンで計算したモデルを実際に検証することが可能。本施設は計算モデルと実際の試料による検証の両方が同じ施設で行える点で優れている。



汚染水対策の研究：さまざまな種類の土壌、地下水と表面水は相互作用を持っている（写真の青と赤の染料の挙動が違う）。化学的、物理的な挙動を調べることが重要で、どういう方法で浄化作業を行うのが一番良いかを見極める。

#### (Radiochemical Processing Laboratory (RPL) 視察)

- ・ ハンフォードの資材分析や、使用済み燃料の解析や燃料効率性、安全性のための研究、事故進展シナリオの解析、民生原子力の研究、国家安全保障の核管理に関する貢献等を行っている。
- ・ 原子力以外の分野では、メディカルアイソトーププロダクションとして、放射性同位体を用いたがん検査の研究も行っている。
- ・ 設備は、複数のモジュール型ホットセル、グローブボックスを保有。モジュール型ホットセルは4体あり、総額850万ドル。わずか1年半で完成させた。このノウハウはあるので、福島で作る際の協力は可能。
- ・ グローブボックスでは数百シーベルト、ホットセルでは数万シーベルトの資料を取り扱うことが可能。

#### (Aquatics Research Laboratory 視察)

- ・ 河川、水圏のモニタリングを行い、汚染のリスク管理を行っている。たとえば汚染物質がサケの体内に移行するかどうかを調べている。藻を食べた虫が魚に食べられ生物濃縮が進むか、連鎖を調べる。コンピューターモデリングを補完する実際のデータを取ることが目的。
- ・ また、放射線とは関係ない河川保護の研究も行っている。ダムを通り抜けるサケの生存率の調査では93-96%がタービンを潜り抜けられることが分かった。生き残れるかどうかはタービンの形状次第。
- ・ また、サケの回帰に関する調査では、サケに取り付ける小型発信機の開発も行っている。



## ②ワシントン州立大学 Tri-Cities

(ムー・ヤング分校長挨拶)

- ・ WSUのトリシティ分校の母体はもともとGEがつくった。ハンフォード・サイト従業員に対する大学院教育を提供していた。
- ・ 福島を経済再建にあたっては、大学をサポートすることをお勧めする。卓越したセンター（センターオブエクセレンス）を作ることで企業も来る、雇用も生まれる。
- ・ もうひとつのアドバイスは経済のベースラインを安定させること。情報、おいしいレストラン、娯楽施設、こうした質の高い生活を住民に提供することも重要。



(ワインプログラムについて Thomas Henick-Kling)

- ・ 1930年代からWSUでは園芸学の一環でブドウ研究が始まった。まずジュース用のブドウをつくったが、当地がワイン用のブドウとして適していて、質の高いワインができることが1960-70年代に証明された。その後、WSUの教授たちが、最初のワインメーカー、ブドウ栽培者たちの教育を行った。
- ・ 1981年には2~3しかなかったワイナリーが今では800くらいまで増えている。ここでは、ブドウ栽培におけるワイン用の生産バランスが取れている。数としては小規模のワイナリーが増えている。
- ・ 現在、ワイン製造はワシントン州全体に広まり、これによる経済全体への影響は、ブドウ栽培、ワイン製造・販売、レストラン、観光など多岐にわたり2001年からの比較で、256%増加、年間86億ドルの収益があった。この半分くらいが当地域の属する州西側の数字。
- ・ ワインに関するパートナーシップはワシントン州立大とワイン産業によって立ち上げられ、2012年7月にボードが作られた。2014年秋にはワインに関する専門教育、研究を行うワインサイエンスセンターが竣工する。トータルコストは2300万ドル。(ハンフォードの歴史教育について ロバート・バウマン)
- ・ ハンフォードセンターを新たに立ち上げ、ハンフォードに関する資料、関係者の証言をアーカイブして公開する。ハンフォードのBリアクターを含めてナショナルパークとして保存するという話の一環でもある。WSUがその学術的な部分を担う。
- ・ DOEは大きな機関であり、本プロジェクトの金銭的な支援をしてもらったが、あくまでコミュニティの意思としてやることである。したがっ

て、住民の被ばくも含めネガティブなことも両論を収集し、公表する。

(Bioproducts Sciences and Engineering Laboratory (BSEL) 視察)

- ・ WSU と PNNL の共同で 2008 年に設立。バイオマスに触媒を加えて別の物質に変えるということを主にやっている。我々が使うものの大半は農地で作られたもの。農業の現場に密接にかかわった大学施設である。WSU の周りには農業が盛んであり、それらと連携するということが重要。
- ・ この地域では小麦は 9 億 t の生産がある。これらの残渣をつかってバイオ燃料をつくる。また山火事多いため、森林の間引きもされているが、これらをつかってバイオ燃料を作るプロジェクトも存在する。
- ・ この数年、BSEL の成果としては、バイオマスの残差物から年間 2 億ポンドのポリプロピレン（融雪剤、製薬業界、食品業界、様々な業界に使われている）を生産することにつながっている。
- ・ また、バイオマスからジェット燃料を製造するバイオ燃料コンソーシアムもある。ガソリン、ジェット燃料と同じものをバイオ燃料で作っていくプロジェクトである。



以上