

平成 24 年度
原子力人材育成プログラム補助事業

成果報告書

2013 年 3 月 15 日

新潟工科大学

(資源エネルギー庁補助事業)

平成 24 年度 原子力人材育成プログラム補助事業 成果報告書

目 次

	頁
1. 目的・背景	1
2. 実施スケジュール.....	2
3. 実施内容	2
3. 1 事前講義に係わる調査	2
3. 2 海外インターンシップに係わる調査	3
4. 成果	6
4. 1 事前講義シラバス.....	6
4. 2 海外インターンシップの計画	8
4. 3 アメリカ訪問先の基本情報の整理	9
4. 4 アメリカ訪問により新たに確認できた事項	10
5. 評価と課題	11
6. むずび.....	11

平成 24 年度 原子力人材育成プログラム補助事業 成果報告書

事業名：災害時に「細部」と「全体」の体系的仕組み創りが出来る人材育成のためのカリキュラム開発

学校法人 新潟工科大学

事業代表者：副学長 原 利昭

1. 目的・背景

原子力発電所事故による緊急避難情報として 100(ミリシーベルト/週)超となる危険範囲をもって地域を特定する考え方と地形を考慮しないシミュレーションによる地域の公表は、原子力発電所立地地域及び周辺住民に大きな不安を抱かせているとの報道があった。この市民の不安は、地域を特定する考え方やシミュレーションの仕組みが分からないまま、情報を受け取っていることから生じている。これらの課題を解決するプロセスには、情報の発信方法のさらなる“分かりやすさ”が必須である。世界防災閣僚会議でも、喫緊の課題として「強靱な社会」の構築、即ち、災害予防、減災、復旧・復興を含めてあらゆる局面で備えが出来ている社会を形成する事が災害被害の最小化に繋がることが指摘された。そのためには、災害時のいざというときに、人や組織、情報知識を総動員できるように、日頃から「細部」と「全体」をバランスよく見通して体系的な仕組みを作っておき、それを即座に機能させる人材が必要である。特に人間は、直接的に何らかの災害を意識する環境にいない限り、災害被害の最小化を考えるヒトは少なく、そのための人材育成等もなかなか真剣に考えられない様に思われる。このことから、如何に真剣な場面において知識と意識を持った人材を育成するかがポイントである。そこで、スリーマイル事故以降、防災訓練をしっかりと実施している実績を持つ、原子力防災先進国であるアメリカの事例が参考になる。そのため、本学では、アメリカにおいて海外インターシップを行うことによる人材育成が有効と考え、実施方法とその効果を調査し、海外インターシップのカリキュラムを検討するに至った。本事業の実施に当たっては、下記の目標を設定した。

<目標設定>

- ①原子力防災に関する人材育成のための既存のシステムと融合した柏崎モデルの一角をなす人材育成カリキュラム原案を作成する。
- ②NRC等を訪問し、資料収集並びに海外インターンシップの実施の可否とその効果についての情報収集を行う。
- ③既存のシステムと融合した海外原子力防災機関における原子力防災に関する人材育成に効果的な教育プログラムを検討し、確立する。

2. 実施スケジュール

- 2012年 12月 TiPEEZ システムの活用を体系化した教育プログラム原案の作成
- 2013年 1月 海外インターンシップ訪問先の選定
- 2013年 2月 海外インターンシップ訪問先との調整
- 2013年 3月 海外インターンシップに係わる現地調査と情報収集及びカリキュラムの評価


3. 実施内容

3. 1 事前講義に係わる調査

調査地	東京都市大学 渋谷サテライトクラス
調査日時	2012年 12月 10日
調査先対応者	非常勤講師 蛭沢 勝三（独立行政法人原子力安全基盤機構 理事）
訪問調査者	教授 寺島 正二郎 准教授 佐藤 栄一
調査内容	<p>東京都市大学大学院工学研究科共同原子力専攻の講義「耐震安全工学特論」を聴講し、原子力施設の耐震安全性を確保するための基本的な考え方を学んだ。</p> <p>海外インターンシップにおける事前講義の内容として、確率論的リスク評価（PSA）手法の概念を学ぶことは、科学技術の限界と不確実性を正しく理解することができ、有益であることが確認できた。</p>

3. 2 海外インターンシップに係わる調査

(1) NRC (原子力規制委員会) 及び FEMA (連邦危機管理庁)

調査地	U.S. Nuclear Regulatory Commission, (11555 Rockville Pike Rockville, MD)
調査日時	2013年3月4日
調査先対応者	NRC: Mr. Joeseeph Andersen, Mr. Kirk R Foggie, Ms. Holly Harrington, Ms. Lisa (Donna Marie の代理), FEMA: Mr. Renae Connel, Ms. Kimberly Hayward, Mr. Steve Horwitz, Ms. Whitney Waters, 以上 8名
訪問調査者	教授 寺島 正二郎 准教授 佐藤 栄一 経済産業省 東 遼佑 通訳 松根 綾
調査内容	<p>日本の原子力事業、原子力防災人材育成や海外インターンシップの目的・背景を説明した後、NRC や FEMA に対し、以下に係わる質問を行った。</p> <ul style="list-style-type: none">・緊急時/平常時の役割・一般市民に対するリスクコミュニケーションの実践・地方自治体との間で行っている訓練や教育の内容・防災訓練の評価者の選出 <p>また、海外インターンシップの受け入れについて、対応可能であるとの回答があった。</p>  <p>図1 ディスカッション後の記念撮影</p>

(2) メリーランド州政府 (環境局)

調査地	Maryland Department of the Environment (1800 Washington Blvd., Ste. 105)
調査日時	2013年3月5日
調査先対応者	Mr. Alean Willians, Mr. Mike Greffen, 他2名 以上4名
訪問調査者	教授 寺島 正二郎 准教授 佐藤 栄一 経済産業省 東 遼佑 通訳 松根 綾
調査内容	<p>災害時に利用する船舶や車両、機器類について説明を受けた。</p> <p>次に日本の原子力事情、原子力防災人材育成や海外インターンシップの目的・背景を説明した後、以下に関する質問を行った。</p> <ul style="list-style-type: none">・州政府の役割、地方自治体との関係・防災訓練の実施 (一般市民の参加の状況)・緊急時の情報伝達手段 (観光客への対応)・若手への技術の継承・緊急時対応の意思決定 <p>また、海外インターンシップの受け入れについて、対応可能であるとの回答があり、訓練見学の提案を頂いた。</p>

図2 施設見学時の様子

(3) カルバート郡


調査地	Department of Public Safety, Emergency Management Division (175 Main Street, Courthouse, Prince Frederick, MD)
調査日時	2013年3月6日
調査先対応者	Mr. Carl F. Brown Sr., Mr. J. R. (Bobby) Fenwick, Mr. Mike Greffen, Mr. Rick Woods, Ms. Christine, 他1名 以上6名
訪問調査者	教授 寺島 正二郎 准教授 佐藤 栄一 経済産業省 東 遼佑 通訳 松根 綾
調査内容	<p>カルバート郡 危機管理課より以下の内容について説明を受けた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 緊急事態レベルを決定する方法 ・ 緊急時対応のスタッフ ・ 一般市民に対する啓蒙活動（防災カレンダーの記載内容） ・ 事業者やカルバート郡、州政府の役割 ・ 一般市民への情報伝達手段と防災訓練における活用 ・ 要援護者の個人情報の取扱い <p>また、海外インターンシップの受け入れについて、対応可能であるとの回答があった。</p> 

図3 原子力利用に関する教材の提供

4. 成果

4. 1 事前講義シラバス

授業科目名	原子力安全工学
授業の目的	原子力耐震安全に係わる基礎的な事項、過去の災害に対する最新の知見、リスクの評価手法及び法規制等について理解を深めると共に海外インターンシップにおける教育効果を高める。また今後、原子力立地地域において TiPEEZ システムの継続的な運用と改良を図るため、グループ演習を行って現在の課題を整理する。
授業の内容	まず振動現象や材料強度の基礎を学んだ上で、地震・地震動のメカニズムや過去の災害教訓、深層防護の考え方等が概説される。次に地震・津波のリスク評価に用いられている確率論的評価手法 (PSA) やそこに内在する不確かさ、残余のリスクの有用性について説明する。また、原子力防災システム(TiPEEZ)を用いた演習では、過酷事故を想定したデモンストレーションを行い、今後の活用についてディスカッションを行う。
授業計画	<p>第1回 ガイダンス；授業の目的、内容、スケジュール及び評価方法を説明する。</p> <p>第2回 機械力学の基礎；機械構造物の耐震設計に必要な機械力学の基礎（1自由度系の振動）について概説する。</p> <p>第3回 材量力学の基礎；材料の破壊現象のメカニズムとその評価方法について概説する。</p> <p>第4回 地震・地震動の違いと過去の災害から学ぶこと；地震・地震動発生メカニズム、過去の災害（中越沖地震、東北地方太平洋沖地震・津波）から学んだ教訓について概説する。</p> <p>第5回 原子力発電所の安全性の基本的な考え方；深層防護の考え方や新耐震設計審査指針の特徴、耐震安全評価における不確かさ、残余のリスクについて概説する。</p> <p>第6回 耐震設計と耐震安全評価；耐震設計と耐震安全性の関係及び役割について概説する。</p> <p>第7回 地震 PSA その1；地震 PSA の手順、発電所の情報収集とハザード評価方法について概説する。</p> <p>第8回 地震 PSA その2；地震 PSA における事故シナリオの同定と建屋・機器フラジリティ評価、炉心損傷確率について概説する。</p> <p>第9回 地震 PSA その3；地震 PSA における残余のリスクの評価と有用性について概説する。</p> <p>第10回 津波 PSA その1；津波 PSA の手順、発電所の情報収集と</p>

	<p>事故シナリオの同定、津波ハザード評価方法について概説する。</p> <p>第 11 回 津波 PSA その 2 ; 津波 PSA におけるフラジリティ評価、事故評価方法について概説する。</p> <p>第 12 回 地震・津波防災 ; 原子力発電所における地震・津波対策と立地地域の自治体が行っている防災計画の現状について概説する。</p> <p>第 13 回 情報伝達・コミュニケーション その 1 ; 中越沖地震及び東日本太平洋沖地震・津波における情報伝達の課題を整理し、分かりやすい情報伝達の実現に向けた取り組み「柏崎・刈羽」モデルを概説する。</p> <p>第 14 回 情報伝達・コミュニケーション その 2 ; TiPEEZ システムの概念、構成及び機能について概説する。また、地震起因の事故シナリオをグループ単位で作成し、その内容を相互に閲覧して意見交換を行う。</p> <p>第 15 回 情報伝達・コミュニケーション その 3 ; 第 14 回で作成した事故シナリオにもとづいて TiPEEZ システムを運用し、現状の課題点を抽出する。</p>
--	--

4. 2 海外インターンシップの計画

(1) 訪問目的

インターンシップを通して以下に係わる基本的な考え方や最新の知見を学ぶ

- ・公衆に対するリスクコミュニケーション
- ・緊急時対応準備と緊急時対応

(2) スケジュール

日 程	行 程
1 日 目	柏崎－東京－成田→ワシントン DC
2 日 目	NRC を訪問して上記の説明を受け、ディスカッションを行う
3 日 目	FEMA を訪問して上記の説明を受け、ディスカッションを行う
4 日 目	メリーランド州政府環境局を訪問して上記の説明を受け、ディスカッションを行う
5 日 目	カルバート郡を訪問して原子力防災訓練を見学し、ディスカッションを行う
6 日 目	ワシントン DC→成田－東京－柏崎（7 日目に着）

4. 3 アメリカ訪問先の基本情報の整理

米国では、原子力規制委員会 (Nuclear Regulatory Commission, 以下 NRC) が原子力エネルギー法 (The Atomic Energy Act) 及びエネルギー再編法 (The Energy Reorganization Act) に基づいて原子力防災 (放射線緊急時対応) に係わる規制を行っている。緊急時対応準備では、許認可条件で要求される緊急時計画、当該施設の検査及び監督プロセスがあり、「公衆の健康と安全を保護すること」が重視されている。緊急時計画には、事業者が行うオンサイト緊急時計画と州/地方自治体が行うオフサイト緊急時計画があり、後者については連邦緊急事態管理庁 (Federal Emergency Management Agency, 以下 FEMA) が評価を行っている。

緊急時対応は、災害の種類とその影響範囲によって体制と役割が異なる。NRC が許可した施設の事故に関しては、NRC が関係機関との調整や州/地方自治体に対する技術的支援、メディア・公衆への情報提供等の責任を有している。また、公衆に対する緊急時対応の意思決定ルールは州によって異なり、メリーランド州では州政府と周辺自治体が協議を行った上、対策を講じることになっている。また、NRC と FEMA は 2 年毎に全ての関係機関が参加する防災訓練の評価を実施している。訓練の結果、指摘された弱点や欠陥については適切な是正措置を講じなければならない。

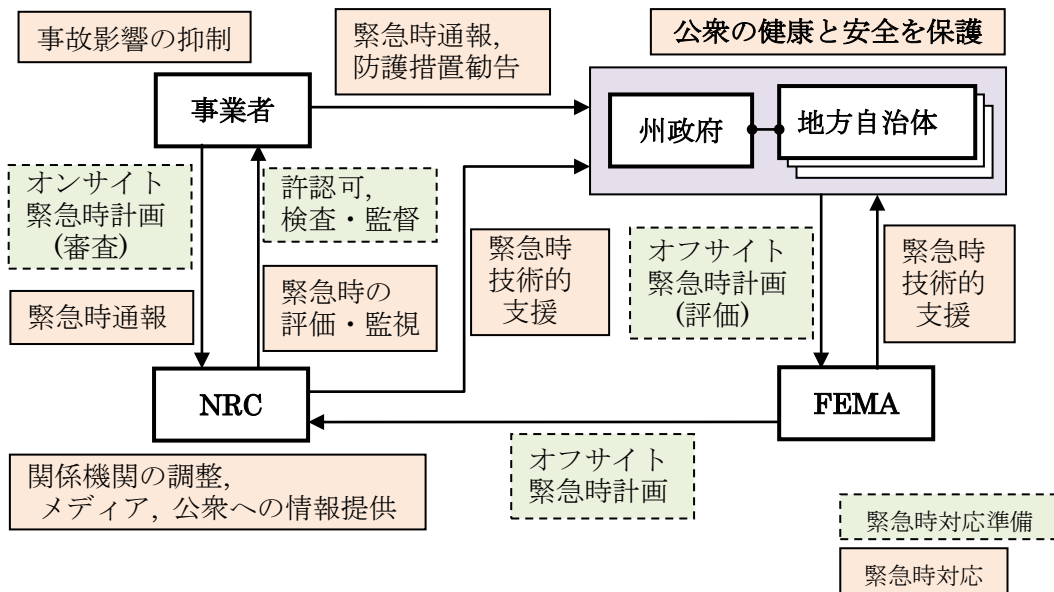


図4 NRC, FEMA, 事業者, 州政府及び地方自治体における緊急時対応準備と緊急時対応 (メリーランド州の場合)

4. 4 アメリカ訪問により新たに確認できた事項

(1) NRC

- 緊急時対応準備では、キーメッセージを含め、どのようなスタッフを揃え、どのような役割を与えるかを決めておく必要がある。また、アナウンスする文面やビデオなどを準備しておくことにより、迅速な対応に繋がる。
- ジョーンズホプキンス大学には、リスク・コミュニケーションの講座があり、関連の書籍がある。インターンシップ訪問先、事前学習の教材の候補と考えられる。

(2) FEMA

- 災害時は市民に対して、迅速・正確・頻繁に情報提供することを心掛ける。これにより市民からの信頼が得られる。また平常時は、セミナーやソーシャルネットワーク等を通じ、様々な事象に対してどの様なリスクがあるのかを市民に伝え、理解してもらうことが重要である。

(3) メリーランド州政府（環境局）

- 防災訓練には毎年学校 2 校が選定されているが、平日に行われるため、子供達の参加はない。しかし、仮想的にスクールバス（子供が乗車していない）を走行させ、避難経路等の検証を行っている。
- 住民避難は、郡主導で州との話し合いにより決定される。その理由の 1 つとして、郡の方が海洋地域について詳細な情報を有していることが挙げられる。海洋地域には観光客がおり、何処へどの様に避難すべきかの確かな指示が求められる。

(4) カルバート郡（メリーランド州）

- カルバート郡では、昨年 40 件の緊急事態が生じた。35 件は軽度の異常事態 (Unusual Event) であり、発電所の壁に物品が衝突して傷が付いた等の事象である。残りの 5 件は、アラート (Alert) のレベルであり、ハリケーンの接近等が原因である。その都度、事業者から連絡を受け、州や郡で対応を検討した。
- カルバートクリフ発電所から半径 10 マイル圏内 (EPZ) の住民の 95% が有線電話警報システム (Tele Notification System) に加入している。防災訓練では、そのシステムのテストを実施し、90% 以上の通報連絡に成功している。
- 発電所の事故や災害に関しては、規模の大小に関わらず報告・告示が行われている。そのため、事業者と地方自治体との間では、情報共有が出来ており、信頼関係が築かれている。
- 避難誘導に用いる要援護者の情報は、事前に本人の同意を得て集められており、プライバシーの問題は生じていない。

5. 評価と課題

- (1) 原子力発電所立地地域のニーズを踏まえ、原子力防災に係わる人材育成のためのカリキュラム原案を作成することが出来た。
- (2) アメリカにおいて原子力の規制を行っている **NRC** と緊急時対応を行っている **FEMA** 及び州政府/地方自治体を訪問することにより、各組織の役割や責任が明確になった。また、一般市民に対するリスクコミュニケーション実践の重要性や防災訓練の実効性を高める必要性を再認識し、海外インターンシップが有益であることが確認出来た。

今後、海外インターンシップを実施する場合には、今回訪問時に受けた下記助言に対する検討・準備を行うべきと考えている。

- (A) 工学部出身の学生にとっては、リスクコミュニケーションの概念が捉えにくいと予想されるため、事前に学習する機会を設けた方が良い。
- (B) 州政府や地方自治体の間で活動するコンサルタントがおり、訪問の対象になる。
- (C) インターンシップの計画や準備が何処まで進んでいるのか逐次連絡してもらおうと対応しやすい。また、学生の英語力も分かるとどの程度の早さで説明すれば良いのか目安となる。(NRC からの助言)

6. むすび

原子力防災に係わる人材育成を目的としたカリキュラムを開発し、その有益性を確認した。事前講義では、耐震安全分野で用いられているリスク評価手法を学ぶことによって、科学技術の限界や不確実性について正しい理解を得ることが出来る。また、海外インターンシップの参加によって、原子力災害時の「細部」と「全体」を見通す能力が養われる。

最後に、本事業にご協力・ご支援を頂いた多くの関係各位に深く感謝申し上げます。