

シニアネットワーク連絡会（SNW）セッション

原子力人材育成公募事業「世界最高水準の安全性を実現するスーパーエンジニアの育成」

MEXT Nuclear education project: To be a Super Engineer to Realize the World Class Nuclear Safety

(2) スーパーエンジニアの育成研修の概要

(2) Nuclear education and training project for student to be a super engineer

*奈良林 直¹、勝山 晶子¹ ¹北海道大学

1. 緒言

福島第一原子力発電所の事故の教訓を学び、世界最高水準の安全性達成への気概と実力を備えた広い視野を持つアグレッシブな技術者を「スーパーエンジニア」と定義する。このような技術者が必要にもかかわらず、国民に原子力発電所の必要性が認識されにくくなるとともに、原子力系の研究室に優秀な学生が集まりにくいという現状にある。

このような現状を踏まえ、本事業では、国際原子力教育ネットワークに参画する大学を中心とした19大学の学生を対象に、原子力に関する正しい知識を付与するための教育プログラムを整備するとともに、過酷事故や異常過渡事象に関する国内研修や海外研修を整備し、将来、「スーパーエンジニア」として活躍が期待される人材を育成することを目的とする。

2. 講義

2.1 学部1年講義「地球環境問題と原子力技術・倫理」（1学期）

21世紀に求められるエネルギー技術と地球環境問題、技術者倫理や政治の役割、報道の在り方や風評被害など原子力に関連する多くの分野について総合的に講義を実施し、エネルギー技術の長所と技術的課題に関して学生の理解を深めた。

2.2 学部2年講義「エネルギー工学概論」（2学期）

原子力エネルギーを含む様々なエネルギーの長所、短所等について講義を実施し、21世紀に求められるエネルギー技術と地球環境問題に対する学生の理解を深めた。

2.3 学部3年講義「原子炉工学」（2学期）

原子炉の形式や実例について講義を実施し、また、プロジェクトベースラーニング（PBL）演習形式で役割分担をして計算し、チームで協力して一つの目標を目指すことの重要性を学び、原子炉の基本原理や原子力エコ・エネルギー供給システムに対する学生の理解を深めた。

2.4 学院の修士、社会人博士課程の講義：「原子力・エネルギーシステム特論」（1学期）

原子炉工学やシステム安全、水素エネルギー、再生可能エネルギーについて高度な講義を実施し、巨大エネルギーシステムである原子力の安全性確保と多様なエネルギーシステムを学び、原子力およびエネルギーシステムの光と陰の部分を工学的観点から学生の理解を深めた。

2.5 企業インターンシップと発電所研修、過酷事故対策の研修

(1) 過酷事故対策の研修、北大および北海道電力泊原子力発電所での体験研修及びシニアとの対話会

北大、北海道電力及び日本原子力学会シニアネットワークと連携して北大、泊原子力訓練センターにて研修を実施した。

(2) ESBWR（高経済性単純化沸騰水型原子炉）の研究開発を進める企業等でのインターンシップ研修

（東京地区開催）日立 GE、JAEA 及び原子力学会シニアネットワークと連携して日立 GE、JAEA および電気の史料館にて研修を実施した。

(3) 原子力発電所の予防保全と事後保全に関する研修（北陸電力）

北陸電力及と連携して志賀原子力発電所にて研修を実施した。

2.6 海外研修

上記国内研修を通じて選抜した優秀な学生に、米国の事業者やイリノイ大学の教授の協力を得て、研修を実施した。

*Tadashi Narabayashi¹, Akiko Katsuyama¹ ¹Hokkaido Univ.,

表 1 実施年間スケジュール (各年度)

実施項目	実施内容(科目)	年間スケジュール		備考
		1 学期	2 学期	
学部1年講義	地球温暖化問題と原子力技術・倫理			
学部2年講義	エネルギー工学概論			
学部3年講義	原子炉工学			
大学院講義	原子力・エネルギーシステム特論			
発電所研修	泊・志賀・島根などを予定	北大・泊 8月上旬予定 志賀 9月上旬予定		28年度は北大・泊と志賀
企業研修	東芝・日立GE・三菱重工			28年度は日立GEとJAEA
海外研修	ISOEシンポジウム・イリノイ大など		1月予定	

3. 国内研修

3.1 原子炉への AM 注水研修と泊原子力訓練センターでの体験研修およびシニアとの対話会

(札幌地区開催)

北大と泊原子力発電所の運転訓練センターの施設を用いて下記の研修を実施した。

a. 導入教育（実施場所：北大（①～⑥））

- ①福島事故の解説（図 1）、②米国 TMI2 号機事故の講義、③過酷事故時の水位計のドリフト再現実験の事前講義、④フィルターベント 2Pd 試験装置を使った格納容器減圧試験の事前講義
- ⑤非常用復水器（IC）を使った冷却と減圧実験の説明と IC、SG の役割の講義
- ⑥北海道電力職員による泊原子力発電所での研修事前講義

b. 過酷事故対策実験の研修（実施場所：北大（①、②、③、④））

- ①北大の所有する蒸気源を使ったフィルターベント小型蒸気試験教材（フィルターベント 2Pd 試験装置）を使った実機相当蒸気条件下における格納容器減圧試験（図 2）
- ②高温高压実験装置を使った非常用復水器による炉心冷却と蒸気減圧、高压ポンプを使った AM 注水実験
- ③炉水位計測機能維持装置を使った過酷事故時の水位計のドリフト再現実験
- ④フィルターベント可視化模型教材（図 3）を使い、湿式および乾式の除染機能について説明

c. プラントシミュレータによる全交流電源喪失体感研修（泊原子力訓練センター）（図 5）

d. 防災ロボット教材と保全工学基礎教材を使った研修（実施場所：北大（①、②、③））

- ①過酷事故対応防災ロボット研修の事前講義
- ②ロボット教材と PWR 作動原理モデルを使った過酷事故収束・防災支援訓練（図 6）
- ③保全工学基礎教材等を使った予防保全と事後保全に関する研修

e. 外部講師による講義（実施場所：北大）

日本原子力学会フェロー天野治氏による講義「原子力とゼロエミッション社会（EPR の視点から）」

f. 研修成果の発表およびシニアとの対話会（実施場所：北大）

実習参加者：15 名（長岡技術科学大 M1：4 名、M2：2 名、大阪大 B4：2 名、東京工業大 M1：2 名、東北大 M1：1 名、室蘭工業大 B4：1 名、北海道大 M2：1 名、D1：1 名、カザフ国立大から

北大へのインターン生：1名、）、実施期間：平成28年8月1日～8月5日（5日間）



図1 福島事故の解説



図2 フィルターベント2Pd 試験装置の研修

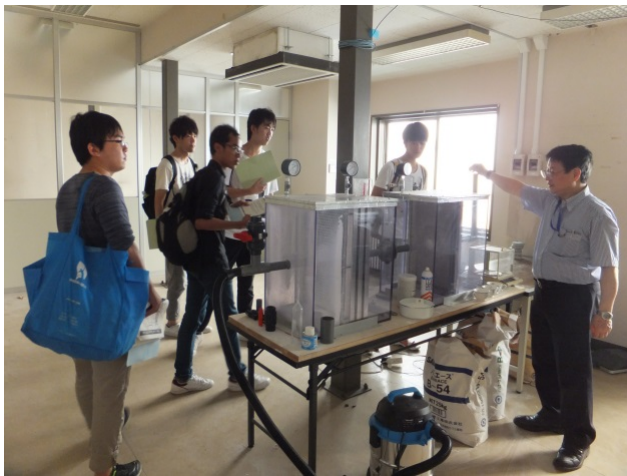


図3 フィルターベント可視化模型による研修



図4 実験結果の解析



図5 泊発電所での緊急時訓練体験

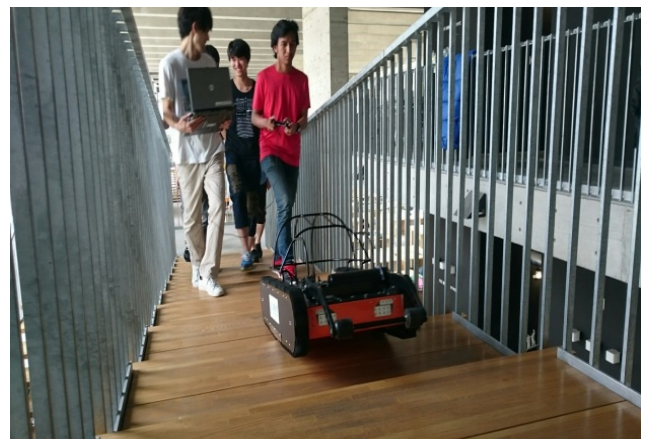


図6 防災ロボットを使った研修

3.2 ESBWR の静的冷却系等の企業インターンシップ研修およびシニアとの対話会（東京地区開催）
日立 GE、JAEA および電気の史料館にて下記の研修を実施した。

- a. 導入教育：日立製作所並びに日立 GE の概要説明と原子力事業全般について紹介（実施場所：日立本社秋葉原ダイビル）（図7）
- b. ABWR の紹介、福島事故の教訓と対策、ESBWR の静的安全機能の説明、ESBWR の設備特性に

関連した二相流講義、グループ討議（実施場所：日立 GE）（図 8）

- c. 小平記念館、タービン第一工場、大型電機工場、大型製缶工場、精密工場の見学（実施場所：日立 GE）
- d. JAEA の研究施設（LSTF、JRR-3、常陽、HTTR）の見学（実施場所：JAEA）
- e. 東京電力の電気の史料館での発電設備機器の見学（実施場所：電気の史料館）
- f. 研修成果の発表とシニアとの対話会（実施場所：電気の史料館）

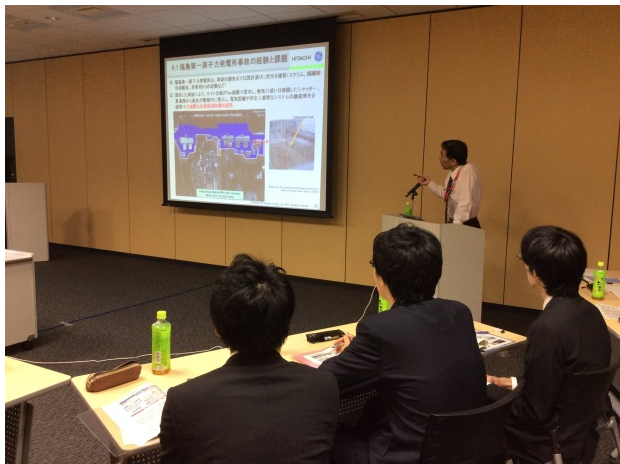


図 7 日立 GE の原子力事業の紹介



図 8 福島事故の教訓に関する講義

実習参加者：14名（京都大 M2：1名、長岡技術科学大 M1：4名、山梨大 B4：1名、茨城大 M1：1名、福井大 M1：1名、東京都市大 B3：1名、北海道大 M1：1名、B4：2名、大阪大 B4：1名、九州大 B4：1名）、実施期間：平成28年10月17日～10月21日（5日間）

3.3 原子力発電所の予防保全と事後保全に関する研修（北陸地区開催）

原子力発電所の予防保全と事後保全に関する研修を、志賀原子力発電所にて実施した。

- a. 研修・見学先の基礎知識と研修内容の説明などの事前ガイダンス、BWR に関する講義（過酷事故対策等）（実施場所：志賀原子力発電所研修センター）
- b. 志賀原子力発電所の安全対策や保全活動等に関する講義、発電所所員との意見交換（実施場所：志賀原子力発電所研修センター（①～⑤）、志賀原子力発電所（⑥、⑦））
 - ② 志賀原子力発電所の概要（設備、安全対策、シビアアクシデント対策含む）説明（図 9）
 - ③ 志賀原子力発電所の保全の概要説明、保全方式の説明（時間管理保全、状態監視保全、事後保全）、④ 燃料管理、炉心管理、④ 志賀原子力発電所の運転管理の概要説明
 - ⑤ 原子力防災計画と防災体制の説明、⑥ 志賀原子力発電所若手所員との意見交換会
 - ⑦ 発電所長、所長代理、炉主任との意見交換会



図 9 志賀原子力発電所の概要説明



図 10 オフサイトセンター見学の様子



図 1 1 発電所内見学の様子



図 1 2 シーム調査状況の見学

c. 運転訓練用シミュレータや保修訓練設備による訓練体験（実施場所：志賀原子力発電所研修センター）（図 2 5）

d. 志賀オフサイトセンター見学（実施場所：志賀オフサイトセンター）（図 1 1）

e. 志賀原子力発電所の現場視察（安全対策、耐震等）、破碎帯調査地点の見学（実施場所：志賀原子力発電所研修センター（③）、志賀原子力発電所（①、②、③））

志賀原子力発電所見学（フィルターベント、淡水貯水槽、緊急時対策棟等）、②振動診断等の現場見学、③志賀原子力発電所の耐震設計の概要説明（シーム調査状況等を含む）（図 1 2）、f. 研修成果を発表（実施場所：志賀原子力発電所研修センター）（図 2 8）実習参加者：11名（長岡技術科学大 M1：3名、早稲田大 B4：2名、東京都市大 M1：1名、福井大 M1：1名、北海道大 M1：1名、B4：3名）、実施期間：平成28年8月29日～9月2日（5日間）

4. 海外研修（アメリカ地区開催）

米国の事業者やイリノイ大学の教授の協力を得て、下記の内容を実施した。

a. 世界職業人被曝情報機構（ISOE）が主催し、NRC や IAEA、欧米の主要な電力会社幹部が参加するシンポジウムへの参加（実施場所：アメリカ フロリダ州フォートローダーデール）（図 1 3）

b. クック原子力発電所（図 1 4）、ラサール原子力発電所、ドレスデン原子力発電所、クリントン原子力発電所等の視察、イリノイ大学での研修（実施場所：アメリカ イリノイ州シャンペーン他）（図 1 5）



図 1 3 ISOE シンポジウム

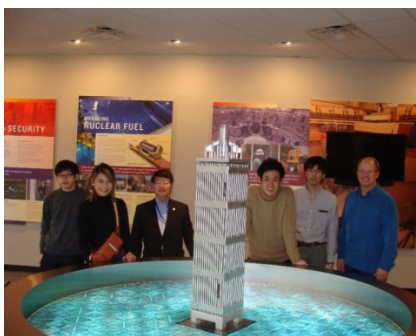


図 1 4 クック発電所見学



図 1 5 イリノイ大学での聴講

実習参加者：5名（東京工業大 M1：1名、北海道大 M1：1名、東北大 M1：1名、東京都市大 M1：1名、大阪大 M1：1名）、実施期間：平成28年1月8日～22日（15日間）

5. 結言

この人材育成プロジェクトは、今年度も実施中で、3年間で講義や研修参加者は1100名を超える。ご協力いただいた、講師各位、電力会社（北電、北陸電力）、メーカ（東芝、日立 GE、三菱重工）、研究所（JAEA）の皆さま、そして原子力学会シニアネットワークの皆さまに深謝いたします。