

**「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の
低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」
特別専門委員会報告**

**- バックエンド技術分野の大学における人材育成について -
パネルディスカッション**

平成27年9月11日

日本原子力学会
「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の
低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」
特別専門委員会

主査 名古屋大学 井口哲夫

1.現状認識と特別専門委員会での検討

【現状認識】

- 東京電力福島第一原子力発電所事故以降、大学の原子力系学科・専攻への志望学生や、原子力系企業への就職志望者に顕著な減少傾向がみられる
- 一方、今後バックエンド関連事業のニーズは確実に増大していく
- **バックエンド関連分野の中・長期的な人材不足は現実のものとなりつつある状況**



【特別専門委員会での検討】

- 本特別専門委員会では、「**バックエンド分野における人材確保及び育成の方策**」を課題の一つとして取り上げ、国内大学や海外の人材育成の事例について検討を行い、**人材育成方策やインセンティブを強化する方策の検討**を実施

2.明らかにになった課題とその対応策

【バックエンド分野の人材確保・育成の課題】

- 国内外の事例調査を基に、標記課題を整理した結果、
 - ①技術分野としての魅力の欠如、
 - ②教育プログラムの整備が不十分、
 - ③バックエンド分野を学んだ学生の受け皿が不十分、
 - ④バックエンド分野の研究者・教育者などの人材が不足などが抽出された。



【対策(今後の方向性)】

- a) 関連人材の雇用機会の確保
- b) 初等教育からの原子力教育
- c) 高等教育におけるバックエンド分野の専門家育成の為のカリキュラム構築
- d) バックエンド事業を推進する為の現場作業員の研修・教育プログラムの構築、など

3. パネルディスカッションでの議論のポイント(1)

○大学でのバックエンド分野に関する人材育成活動の事例紹介

専門委員会報告書で情報提供をいただいた3大学の意欲的取組

①北海道大学におけるオープン教材を活用した原子力バックエンド教育

—幅広い素養の人材を対象とした系統的教育の試行—

②東北大学量子エネルギー工学専攻におけるバックエンドに関連するカリキュラム事例

—原子力教育カリキュラムの中での有機的展開—

③福井大学におけるバックエンド対策に係る人材育成

—廃止措置に向けた大学院・社会人教育の充実—

3. パネルディスカッションでの議論のポイント(2)

○大学等で実施すべきこれからのバックエンド分野の教育カリキュラムと当該分野の受入側企業(や社会)が欲する人材像の整合性(あるいはギャップ)について意見交換

問題提起

- ・国の政策の中で、バックエンド分野の位置づけがあいまいであり、フロントエンド分野に比べて、注力度が低い。
- ・今後10～20年間にバックエンド分野の人材不足が叫ばれているものの、どのような専門家が必要かは明確になっていない。(特に、放射性廃棄物の処理・処分分野)

例えば、

狭義: 既設炉(事故炉を含む)の廃止措置(電力、メーカー等の認識)

→ 技術開発よりも廃炉の「着実」な実施に必要な実務のできる人材が欲しい?

広義: 原子力エネルギー利用の要(かなめ)の分野(大学、研究機関等の認識)

→ 原子力リサイクルシステム全体の理解と技術開発のできる人材を育成すべき?

- ・バックエンド分野を指向する学生の気運が揚りつつある現在、企業(や社会)の人材受入側ニーズと大学等の人材供給側シーズのより良いマッチングを図るべきではないか?

【参考資料】

**「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の
低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」
特別専門委員会について**

1. 設立趣旨

- 東京電力福島第一原子力発電所事故以降、低レベル放射性廃棄物の処理処分方策への関心が高い状況
- 一方、処分に係る安全規制制度が未整備であり、処分が進んでいない低レベル放射性廃棄物も多く存在
- 原子力政策の如何にかかわらず、低レベル放射性廃棄物の処理処分については着実に進めていくことが必要



- 国の動きを待つのではなく、まずは学会を中心として、低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方について、以下の4課題を検討
 - ①ウランを含む廃棄物の処分の考え方
 - ②バックエンド分野における人材確保及び育成の方策
 - ③低レベル放射性廃棄物処理処分を推進するための理解活動
 - ④低レベル放射性廃棄物処理処分に係る技術体系

2. 委員会の構成と実施状況

(1) 委員会の構成

○主査:井口 哲夫 名古屋大学教授

○委員:23名(大学、原安協、原子力機構、RANDEC、日本原燃、
メーカー、建設事業者)

(2) 実施状況

○平成25年度

設置期間:平成25年10月1日～平成26年3月31日

開催実績:2回開催(11/19、2/6)

(平成25年度は研究専門委員会として活動)

○平成26年度

設置期間:平成26年6月1日～平成27年3月31日

開催実績:5回開催(6/18、9/1、10/23、12/18、1/22)

3. 委員会の構成員

「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」 特別専門委員会 ＜委員名簿＞

主査 井口 哲夫 名古屋大学

幹事 菊池 孝 (公財)原子力バックエンド推進センター

金子 悟 日本原燃株式会社(第1回委員会まで)

佐々木 泰 日本原燃株式会社(第2回委員会から)

委員 池田 泰久 東京工業大学

市川 康明 岡山大学

出光 一哉 九州大学

榎戸 裕二 (公財)原子力バックエンド推進センター

大江 俊昭 東海大学

大場 恭子 東京工業大学

奥津 一夫 鹿島建設株式会社(第2回委員会から)

勝田 忠広 明治大学

小崎 完 北海道大学

坂下 章 三菱重工業株式会社(第2回委員会から)

高橋 邦明 (独)日本原子力研究開発機構

土 宏之 清水建設株式会社(第2回委員会から)

朽山 修 (公財)原子力安全研究協会

新堀 雄一 東北大学

長谷川 信 (独)日本原子力研究開発機構

加藤 和之 日本原燃株式会社(第2回委員会まで)

古谷 誠 日本原燃株式会社(第3回委員会から)

棕木 敦 日揮株式会社(第2回委員会から)

柳原 敏 福井大学

山本 修一 株式会社大林組

吉田 憲正 株式会社東芝

「東京電力福島第一原子力発電所事故以降の
低レベル放射性廃棄物処理処分の在り方」
特別専門委員会報告

北海道大学におけるオープン教材を
活用した原子力バックエンド教育

平成27年9月11日
北海道大学大学院工学研究院
エネルギー環境システム部門
小崎 完

北海道大学における原子力人材育成

大学組織

工学部・原子工学科

→ (平成17年) **機械知能工学科**

大学院・原子工学専攻

→ (平成 6年) 量子エネルギー工学専攻

→ (平成17年) **エネルギー環境システム部門**
量子理工学部門

原子力バックエンド教育

<学部>

- ・ 機械知能工学入門 (90分×1回)
- ・ 原子炉物理 (90分×1回)

<大学院>

- ・ 放射性廃棄物処分工学特論 (90分×8回)

原子力バックエンドに関連した人材育成

文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業

平成23～25年度

「多様な環境放射能問題に対応可能な国際的人材の機関連携による育成」

平成26～28年度

「オープン教材の作成・活用による実践的原子力バックエンド教育」

文部科学省
国際原子力人材育成イニシアティブ事業
(原子力人材育成等推進事業)

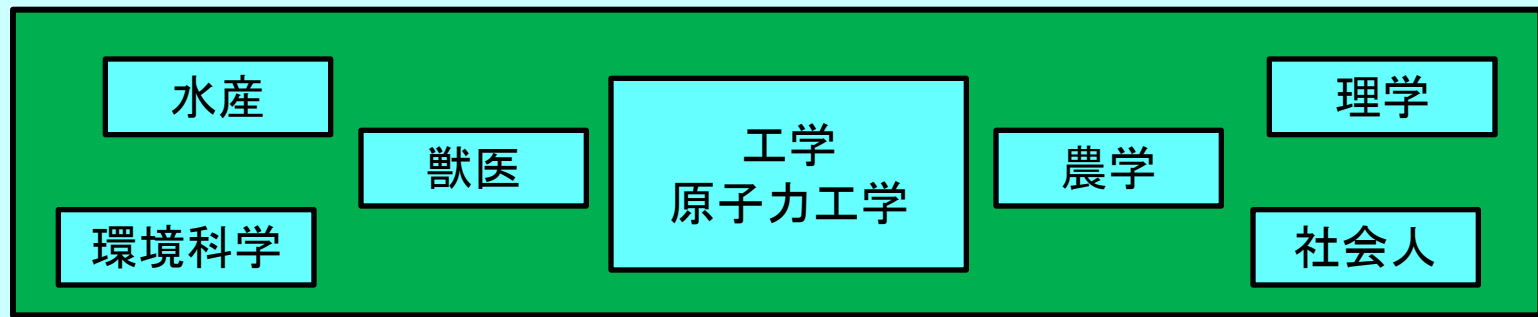
多様な環境放射能問題に対応可能な 国際的人材の機関連携による育成 (平成23～25年度)

事業参加機関

北海道大、福島大、東京工科大、東海大、金沢大、福井大、九州大、静岡大、筑波大、
室蘭工業大、酪農学園大、旭川高専、福島高専、放医研、原子力機構、電中研、
北海道立衛生研究所、北海道原子力環境センター、札幌市、北海道電力

・多分野の視点から環境放射能の諸課題を学ぶため、講義、研修、
実験、国際セミナー、市民向け講座を開催。さらに、環境修復の諸
課題を学ぶフィールドワークを実施

→環境修復や放射性廃棄物の処理・処分などを深く理解した人材
ならびにそれらの分野において将来国際的に活躍する人材を育成
する。



国/地方公務員・分析/報道機関職員

- 原子力政策、農林水産政策
- 環境・医療・食品分析
- 報道機関

原子力分野の研究者・技術者・教員

- 福島第一原子力発電所の復旧、福島環境修復
- 原子力施設の廃止措置、廃棄物処理・処分、サイト解放の評価
- 海外協力(核開発で汚染された地域の環境回復[米国、英国、ロシア等])

人材育成事業講義・実験等内容

コース		(受講) 日数	概要	予定人数 (/年)
初級	講義	1.5	原子力工学概論、基礎放射化学、放射線生物学	80
中級	講義	2.5	放射線計測学、環境放射能測定	30
	実験	2	放射線計測基礎、食品中の放射能測定、空間放射線量測定	30
上級	講義	1.5	環境修復、放射性廃棄物処分、科学技術コミュニケーション	15
	実験	2	放射線防護法、非密封RI実験(収着、除染、化学分離)	15
	除染実習	6	福島でのフィールドワーク	15
	市民向け講座	2	市民向け講座	50
その他	見学	1	施設見学会 (泊原発、幌延深地層研究所)	40
	国際セミナー	1	国際セミナー (国内外講師 10名)	50

「多様な環境放射能問題に対応可能な国際的人材の機関連携による育成」



初級コース講義(北大会場)



初級コース講義(福島大会場)



中級コース実験(北大会場)



中級コース実験(北大会場)

「多様な環境放射能問題に対応可能な国際的人材の機関連携による育成」



上級コース実験(植物へのRIの移行実験)



除染実習(福島県飯舘村)



市民向け講座(北大)



国際セミナー(北大会場)

講義プログラム(H25年度)

<初級コース講義(H)>

日時： 平成25年6月15日(土)・16日(日)

場所： 北海道大学大学院工学研

6月15日(土)	
時間	内容
9:00	初級開講挨拶、案内
9:10	原子力工学概論I(原子炉工
10:40	休憩
11:00	原子力工学概論II(原子力安 原発事故の経緯)
12:30	昼休み
13:30	原子力工学概論III(廃炉と放
15:00	休憩
15:15	基礎放射化学(放射性同位体
16:45	1日目終了

6月16日(日)	
時間	内容
9:00	基礎放射線計測学I(放射線
10:30	休憩
10:45	基礎放射線計測学II(放射線
12:15	昼休み
13:30	放射線生物学I(放射線の生
15:00	休憩
15:15	放射線生物学II(放射線の生
16:45	各種案内、初級閉講挨拶

<中級コース講義>

日時： 平成25年7月14日(日)・15日(月)

場所： 北海道大学大学院工学研究院

7月14日(日)	
時間	内容
9:00	中級開講挨拶、案内
9:15	放射性核種の移行I(総論:地球環境
10:15	休憩
10:30	放射性核種の移行II(地表水中の移
12:00	昼休み
13:00	放射線計測学(放射線計測のデー
14:30	休憩
14:45	環境放射能測定I(環境放射能試料
16:15	休憩
16:30	環境放射能測定II(空間放射線量と
18:00	1日目終了

7月15日(月)	
時間	内容
9:00	放射性核種の移行III(植物における
10:30	休憩
10:45	放射性核種の移行IV(土壌中の移行
12:15	昼休み
13:00	放射性核種の移行V(海洋中の移行
14:30	休憩
14:45	特別講演(環境放射能(線)に対する
16:15	閉講挨拶、各種案内

<上級コース講義>

日時： 平成25年8月25日(日)・26日(月)

場所： 北海道大学大学院工学研究院 B31教室

8月25日(日) [1日目]		
時間	内容	担当者
8:45	上級講義開講挨拶、案内	
9:00	環境修復I(環境修復に関する最新の知見)	田上恵子 (放射線医学総合研究所)
10:30	休憩	
10:45	環境修復II(除染評価コードの概要ならびにその実演)	佐藤大樹 (日本原子力研究開発機構)
12:15	お昼休み	
13:00	環境修復III(福島第一原子力発電所敷地内の放射性廃棄物の現状と課題)	石川真澄 (東京電力)
14:30	休憩	
14:45	放射性廃棄物I(廃炉と放射性廃棄物の処理・区分)	柳原敏 (福井大)
16:15	休憩	
16:30	放射性廃棄物II(放射性廃棄物処分の概念と課題)	大江俊昭 (東海大)
18:00	1日目終了	

8月26日(月) [2日目]		
時間	内容	担当者
9:00	科学技術コミュニケーション	石村源生 (北大)
10:30	休憩(上級実験へ続く)	

人材育成事業講義・実験等受講者数

コース		(受講) 日数	予定人数 (／年)	H23年度	H24年度	H25年度	小計
初級	講義	1.5	80	92	133	98	323
中級	講義	2.5	30	73	54	64	191
	実験	2	30	33	38	33	104
上級	講義	1.5	15	62	40	44	146
	実験	2	15	未実施	16	16	32
	除染実習	6	15	未実施	15	16	31
	市民向け講座	2	50	43	137	59	239
その他	見学	1	40	39	34	31	104
	国際セミナー	1	50	59	65	77	201
計				401	532	438	1371

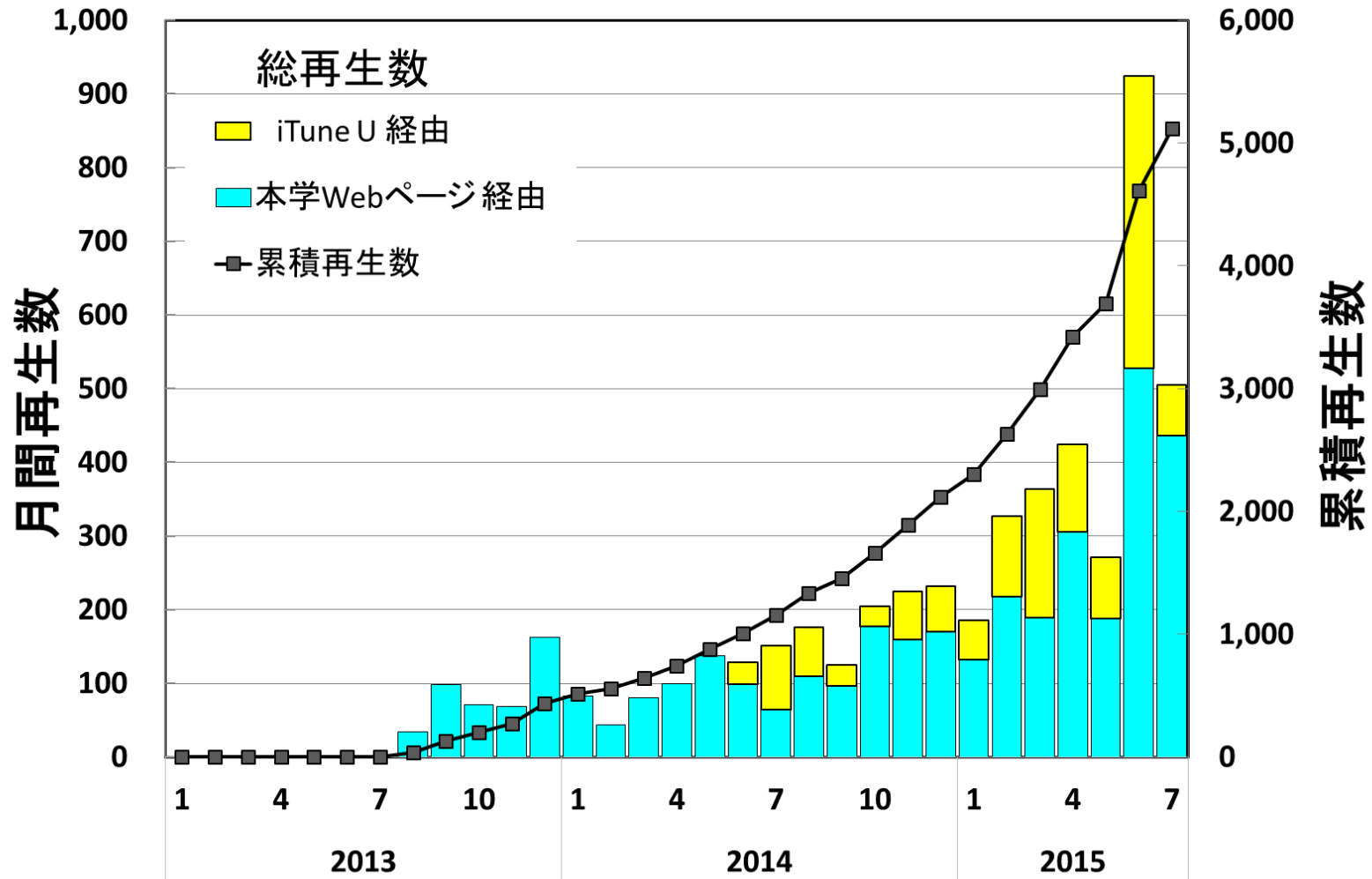
オープン教材化(H25年度)

- 講義、国際セミナーの講演の一部をビデオに収録し、著作権処理後にインターネットで無料で一般公開。

➤ 「誰でも何処でも何時でも(何時までも)学べる環境」を構築

The screenshot displays the Hokkaido University OpenCourseWare website interface. At the top, there are navigation links for language (日本語 | English | 中文 | 한국어) and site information (ホーム | HU-OCWIについて | ヘルプ). The main header features a green banner with the university's name and logo, including 'SAPPORO' and 'HAKODATE', and the text 'Hokkaido University OpenCourseWare' and 'Founded 1876'. Below the banner is a breadcrumb trail: ホーム > 公開講座/セミナー > セミナー/講演会 > 環境放射能基礎コース(初級コース)講義. A left sidebar contains a menu with categories like '◆コース(正規講義資料)', '◆セミナー/講演会', and '◆公開講座/市民セミナー'. The main content area displays the title '環境放射能基礎コース(初級コース)講義' and '基礎放射化学 (放射性同位体と壊変)' by 藤吉 亮子. Below this is a video player with a green background and white text: '国際原子力人材育成イニシアティブ事業 「多様な環境放射能問題に対応可能な国際人材の機関連携による育成」 環境放射能基礎コース (初級コース講義)'. The video player shows a progress bar at 0:01 / 18:50 and a volume icon.

オープン教材の教育効果の一例



OCWの月間及び累積再生数

(分割公開のため、1講義の視聴には3~4回の再生が必要)

オープン教材開発の展開

ACE このサイトについて コース一覧 参加大学 ログイン

Academic Commons for Education
道内国立大学による教養教育のためのオープン教材

ACEHU003
地球惑星科学1
地球という身近な惑星についてその内部及び表面の構造を理解し、地球上で起こる自然現象の仕組みや我々人間との関わりについて学ぶ。
2015年06月18日 AceHokudaIX 受講する

ACEHU001
応用倫理学入門
倫理と社会のつながりを理解するために応用倫理学諸領域について概観し、各領域における倫理的諸問題を紹介する。
2014年04月14日 AceHokudaIX 受講する

ACEHU004
環境放射能基礎
放射線や放射能の仕組み及び性質に関する基礎概念を学び、それらが生体に及ぼす影響を理解する。放射線や放射能が我々の社会において実際に活用されている事例も紹介する。
2014年04月14日 AceHokudaIX 受講する

ACEHU002
大学生のための情報社会入門
大学生活を有意義に過ごすため、またこれからの情報社会を生き抜いてゆくために必要な知識や技能を身につけることを目指す。
2014年04月01日 AceHokudaIX 受講する

edX HOW IT WORKS COURSES SCHOOLS & PARTNERS Search for course

Effects of Radiation: An Introduction to Radiation and Radioactivity

Learn from Hokkaido University in Japan about the detection, measurement, chemistry, and effects of radiation in industry, medicine, and society.

OPEN EDUCATION CONSORTIUM
The Global Network for Open Education

米国MOOC(大規模公開オンライン講座)公開サービス(edX)のコンテンツとして選定され、2015年7月より開講(受講生約130ヶ国、約3,300名)

北海道内6大学向け教養科目教材として2016年度から講義開講予定

文部科学省
国際原子力人材育成イニシアティブ事業
(原子力人材育成等推進事業)

オープン教材の作成・活用による 実践的原子力バックエンド教育 (平成26～28年度)

事業参加機関

北海道大学、金沢大学、九州大学、福井大学、東海大学、筑波大学、
旭川工業高等専門学校、福島工業高等専門学校、
放射線医学総合研究所、日本原子力研究開発機構、電力中央研究所、
北海道電力(株)、日本原燃(株)、日本原子力発電(株)

目標とする人材

- 原子炉廃止措置や放射性廃棄物処分についての技術および知識を十分に持ち、
- それを現場にて適用できるスキルを有し、
- さらに廃止措置や放射性廃棄物処分の諸課題を理解して、その対策を検討・立案できる、
- 国際性豊かな原子力バックエンド分野の人材育成を目標とする。

本事業の目標

- **オープン教材を作成・活用することで**
 - 若い世代(高校生、進路あるいは研究テーマ決定を控えた学部生等)に魅力的な分野としてアピールする。
 - バックエンド分野に不可欠な多様な専門学問分野を継続的に教育する体制を構築する。
- **社会的、経済的な要素を含む意思決定・合意形成についての知識・スキルを学び、また、国際性の涵養が図れる教育プログラムを提供する。**

原子力バックエンド教育の概要

• 基礎教育(講義、実験)

• 専門教育(講義、実験、フィールド実習、見学会)

• 国際教育(国際セミナー、海外インターンシップ)

	原子炉工学	廃炉工学	放射性廃棄物処分工学	環境放射能学	放射線科学	放射線生物学	核燃料サイクル工学
基礎教育(講義、実験)	○	○	○	○	○	○	○
専門教育(講義、実験、フィールド実習、見学会)	○	○	○	○			
国際教育(国際セミナー、海外インターンシップ)		○	○	○			
最新の研究知見、海外における事例、法制度・行政手続き、リスクコミュニケーションなど							

人材育成プログラムの概要

基礎教育	講義	実験（2日間）	
	<ul style="list-style-type: none"> ①原子炉工学概論 ②廃炉工学概論 ③放射性廃棄物処分工学概論 ④環境放射能学概論 ⑤放射線科学概論 ⑥放射線生物学概論 ⑦核燃料サイクル工学概論 	<ul style="list-style-type: none"> ①放射線計測実験 <ul style="list-style-type: none"> ・霧箱による放射線の可視化 ・各種サーベイメーターの使用法 ・遮蔽実験 ②放射能測定実験 <ul style="list-style-type: none"> ・NaIシンチレーション検出器、ゲルマニウム半導体検出器による核種同定 ・環境試料採取・前処理方法（動植物、海産物、土壌、氷雪・融雪水、地下水の分析法） 	
専門教育	講義	実験（2日間）	フィールド実習（4日間）
	<ul style="list-style-type: none"> ①原子炉工学 ②廃炉工学 ③放射性廃棄物処分工学 ④環境放射能学 	<ul style="list-style-type: none"> ①非密封RI実験 <ul style="list-style-type: none"> ・RI汚染物の除染実験 ・核種分離法（ベータ核種の抽出） ・土壌中の放射性核種の移行実験（収着・拡散実験） ・放射性核種の植物への移行実験 	<ul style="list-style-type: none"> ①環境放射線測定実習 <ul style="list-style-type: none"> ・GPSによる位置測定、各種サーベイメーターによる線量測定とその結果の整理 ②環境試料採取・分析実習 <ul style="list-style-type: none"> ・土壌、地下水、動植物等の採取と分析 ③環境修復評価実習 <ul style="list-style-type: none"> ・除染評価コードによる分析
	見学会（1～2箇所／年）		
	<ul style="list-style-type: none"> ①JAEA・原子炉廃止措置研究センター（福井県敦賀市）[初年度] ②低レベル放射性廃棄物埋設センター（青森県六ヶ所村）[次年度] ③日本原子力発電・東海1号炉（茨城県東海村）[次年度] ④幌延深地層研究センター（北海道幌延町）[最終年度] *東京電力福島第一原子力発電所（福島県大熊町）[可能であれば] 		
国際教育	国際セミナー	海外インターンシップ	
	<ul style="list-style-type: none"> ①海外の専門家による講義 <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉廃止措置、除染、環境放射能、放射性廃棄物処分等 ②グループディスカッション <ul style="list-style-type: none"> ・小グループに分かれて学生と専門家が議論を行う 	<ul style="list-style-type: none"> ①学生派遣 <ul style="list-style-type: none"> ・専門科目を受講した大学院生（3名/年）を海外に派遣 ・国際教育WGおよび海外の専門家から構成される選考委員会にて派遣学生を選抜 ・帰国後に成果報告会を実施し事後評価を行う（3月） 	

主として対象とする人材及び育成する人数

実施項目	対象とする人材	各年度に育成する人数			合計
		平成26	平成27	平成28	
基礎教育・講義	学部 高専生 社会人	30	30	0CW	75+ 0CW
基礎教育・実験		(15)*	(15)*	15*	
専門教育・講義	学部 高専生 大学院生 社会人	15	15	0CW	40+ 0CW
専門教育・実験		準備	(10)*	10*	
専門教育・フィールド実習		準備	(10)*	(10)*	
専門教育・見学		(10)	(10)	(10)	
国際教育・国際セミナー		35 (=50-15)	35 (=50-15)	35 (=50-15)	
国際セミナー・海外インターンシップ	大学院生	準備	(3)*	(3)*	(6)
合計		80	80+ 0CW	60+ 0CW	220+ 0CW

まとめ

- 次の世代への円滑な知識継承のため、原子力バックエンド分野におけるオープン教材を活用した人材育成活動を開始した。
- オープン教材を活用することで、バックエンド分野への若い世代の関心を高め、進学希望者の掘り起こしが期待される。
- 実学(実験)、国際性涵養の場(国際セミナー、海外インターンシップ)が重要である。
- 教材の質を高めるために、教育工学を含む多くの専門家との連携が不可欠。

バックエンド技術分野の大学に おける人材育成について

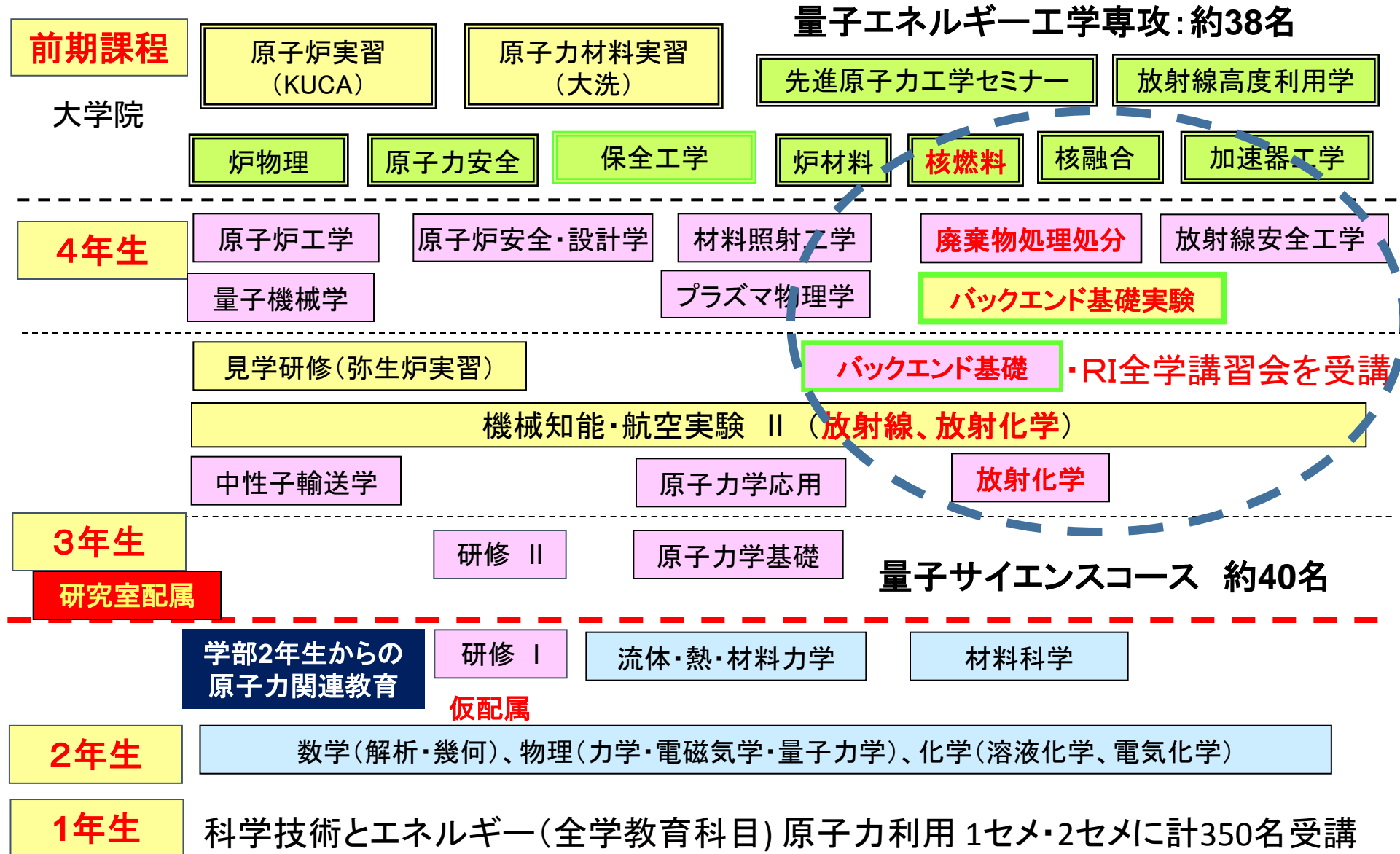
東北大学

量子エネルギー工学専攻における
バックエンドに関連するカリキュラム事例

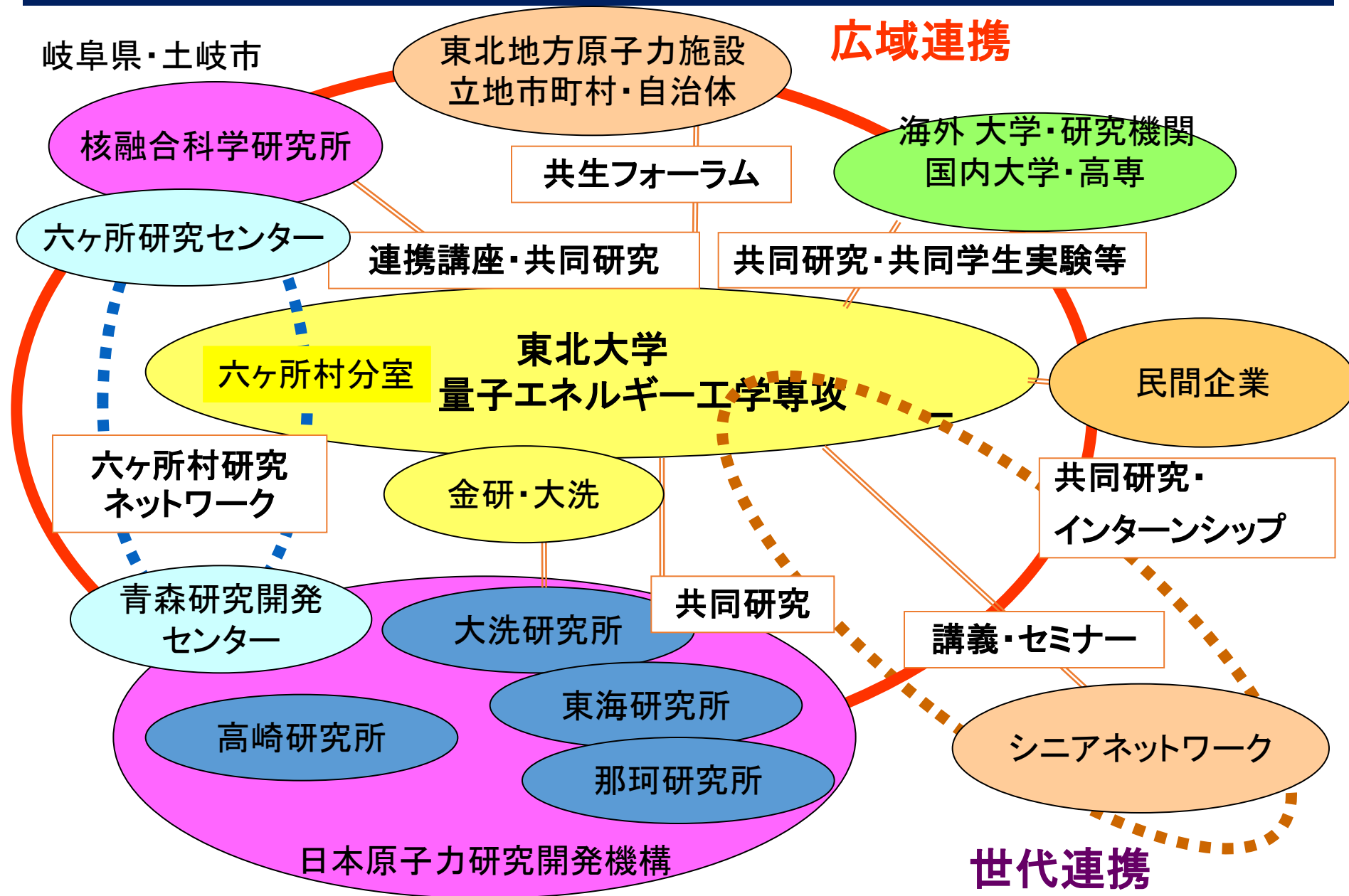
新堀 雄一

特長1: 学部2年生より一貫した原子力教育

炉主任、放射線取扱主任、技術士



特長2:広域・世代連携による研究と教育の体制



量子エネルギー工学専攻の講座構成 (赤:バックエンド関連分野)

専任(基幹)講座(4講座15分野、教授7、准教授11)

講座	分野	講座	分野
先進原子核工学講座	先進原子核工学分野 (生活環境早期復旧技術研究センター)	エネルギー物理工学講座	核融合炉電磁流体工学分野
原子核システム安全工学講座	核エネルギーシステム安全工学分野		核融合プラズマ計測学分野
	原子力地質工学分野	中性子デバイス工学分野 炉システム工学分野	
	エネルギー物理工学教育分野	高エネルギー材料工学分野	
(講座外分野)	核エネルギーフロンティア工学	粒子ビーム工学講座	粒子ビームシステム工学分野
	量子保全工学分野	<六ヶ所村分室>	応用量子医工学分野
		<六ヶ所村分室>	核燃料科学研究分野
			放射線高度利用分野

協力講座(4講座6分野、教授5、准教授7)

講座	分野	講座	分野
エネルギー材料工学講座 (金属材料研究所)	材料照射工学分野	量子物性工学講座 (金属材料研究所)	アクチノイド物性工学分野
	原子力材料工学分野		量子機能材料工学分野
エネルギー化学工学講座(多元物質科学研究所)	エネルギーシステム研究分野	加速器放射線工学講座(サイクロترونラジオアイソトープセンター)	加速器保健物理工学分野

バックエンド技術関連の学生実験の強化



■ 機械知能・航空工学実験II (量子サイエンスコース)テーマ

熱工学, α 線計測, γ 線計測, 加速器応用実験および

放射化学実験(放射平衡など基本事項の理解と非密封実験手法の基礎の教育)

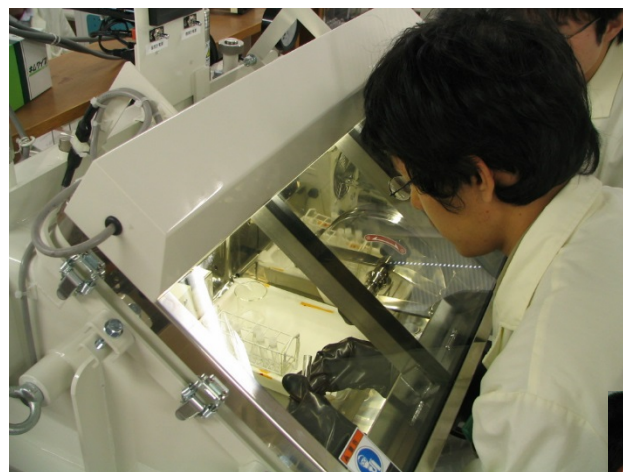
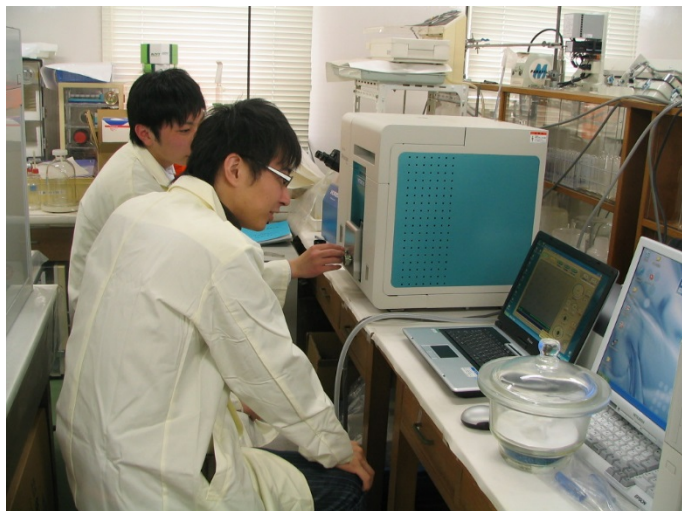
□ バックエンド基礎実験 (必修扱: 量子サイエンスコース 4年生の履修)

- ・グローブボックス等を利用した岩石試料への核種の収着挙動の評価 (収着分配係数の算出とその核種移行速度評価への適用を教育 (^{152}Eu と黒雲母との収着および拡散現象に着目、また、上述実験IIとバックエンド分野との関連を考察))
- ・有機および無機溶離剤を用いた核種分離手法 (^{137}Cs と ^{85}Sr の分離によりイオン交換、クロマト分離の原理の適用を教育 (吸着剤:ゼオライトカラム(モルデナイト(Cs)+A型ゼオライト(Sr)), 溶離液: EDTA (Sr), 塩化アンモニウム (Cs))
- ・実験にあたりバックエンド基礎(座学)およびRI全学講習会を受講 (前者は、バックエンド分野の概要に加え、処分システムの性能評価の基礎となる**移動現象論および化学反応工学の基礎**を教育している: **考え方は他の分野も活用可**)

バックエンド基礎実験の様子

観察

SEM、EDX、
FT-IR



秤量

グローブボックスによる。

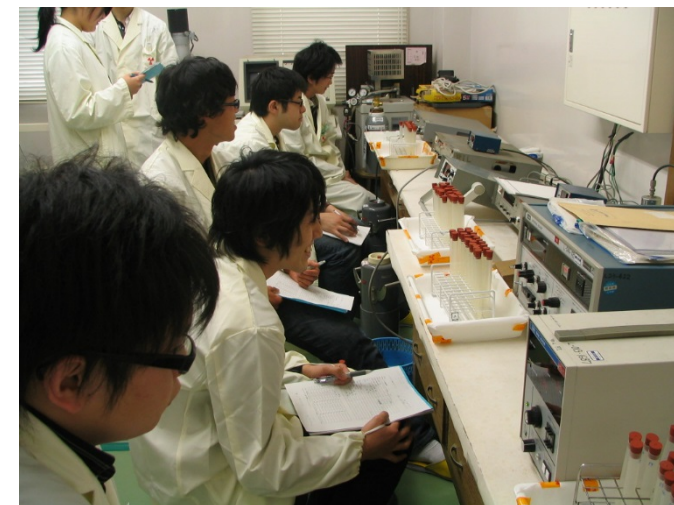


ガスボンベの取扱いも。



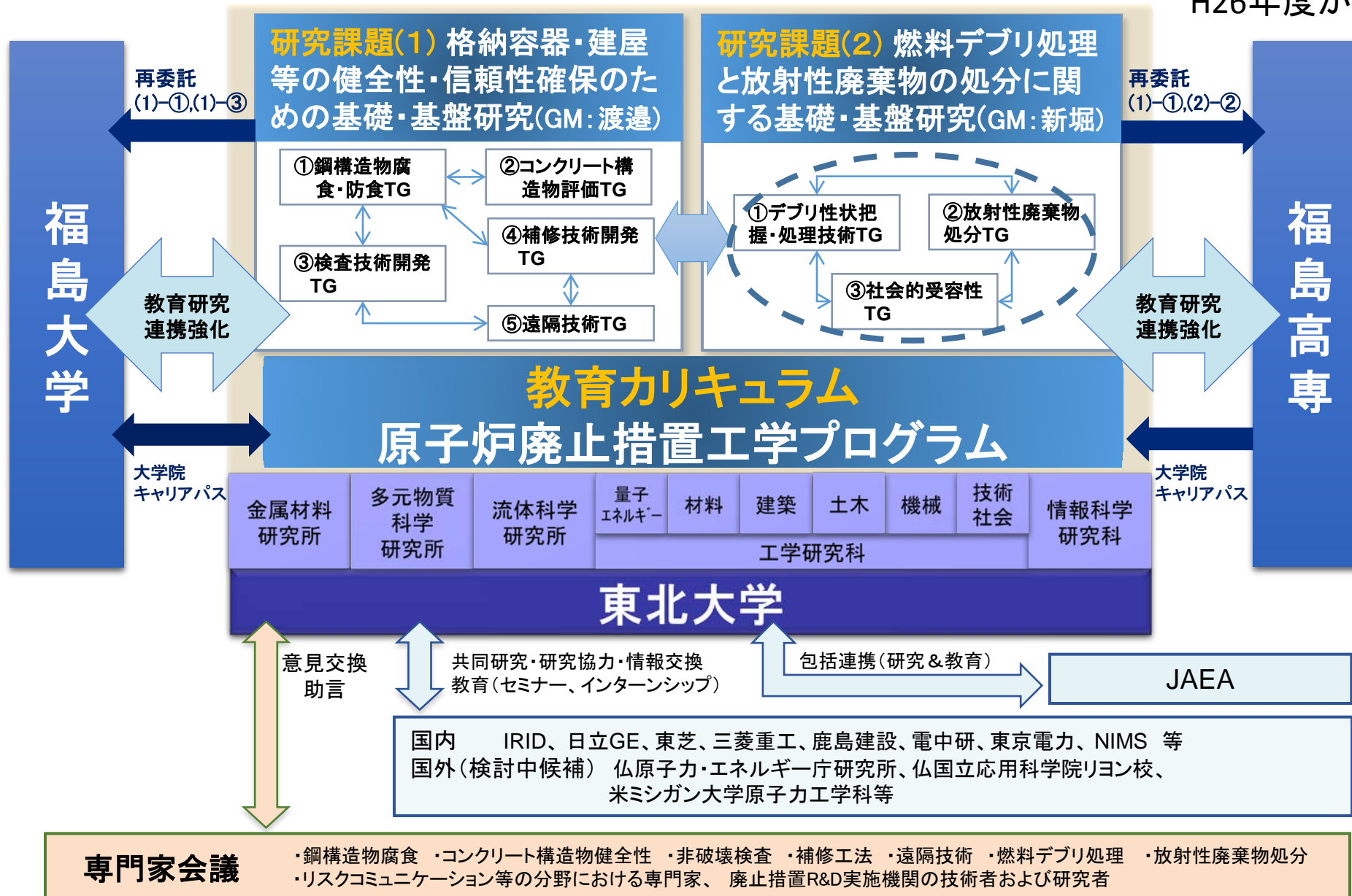
非密封RI実験
(連続式)

非密封RI実験
(バッチ式)



EDX(エネルギー分散型X線分光法), FT-IR(フーリエ変換赤外分光光度計)

H26年度から



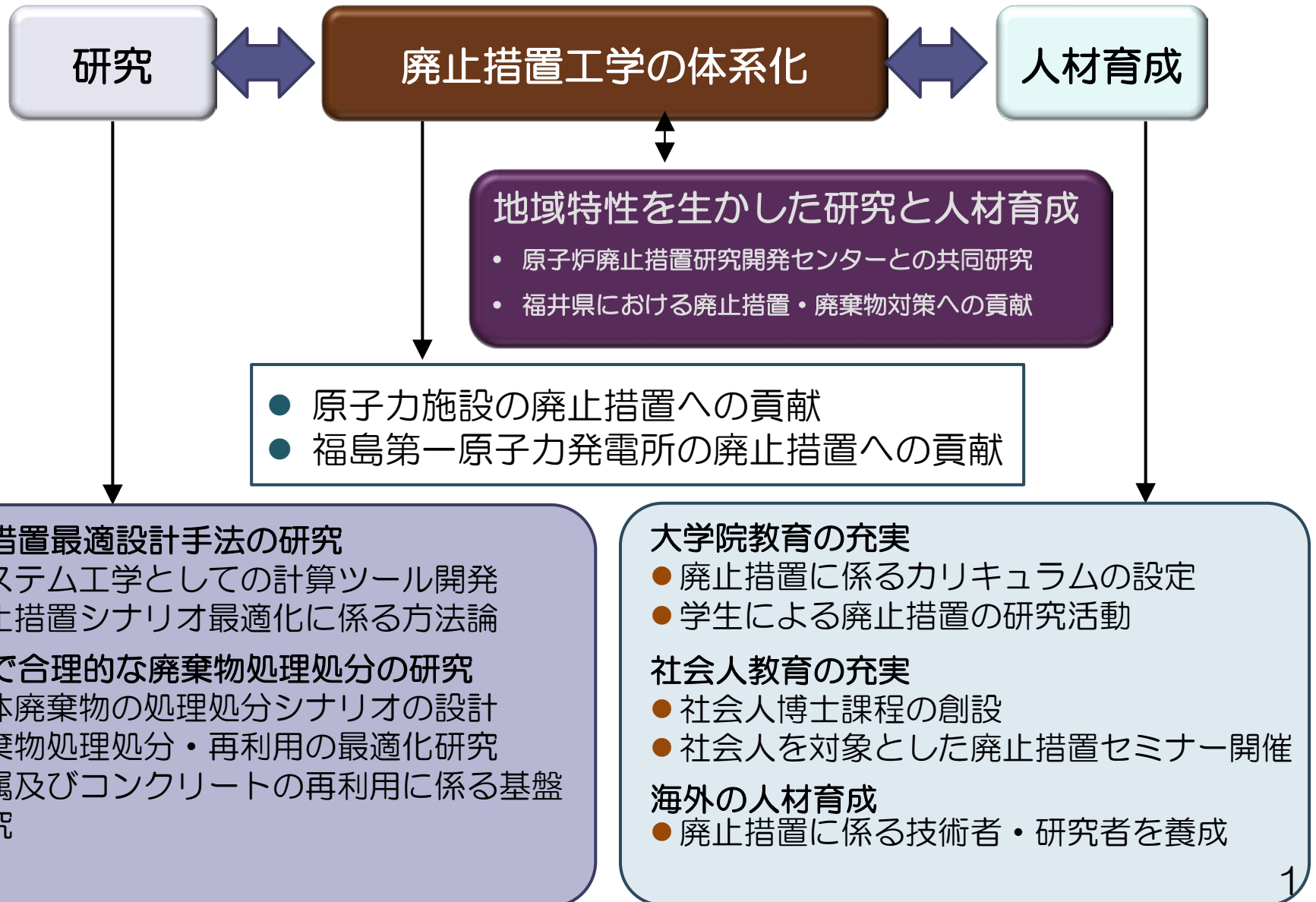
平成27年9月11日
低シ特専委「秋の大会」企画セッション.

福井大学におけるバックエンド対策 に係る人材育成

柳原敏

福井大学 大学院工学研究科
(兼) 附属国際原子力工学研究所

福井大学の廃止措置に係る研究・ 人材育成プログラム

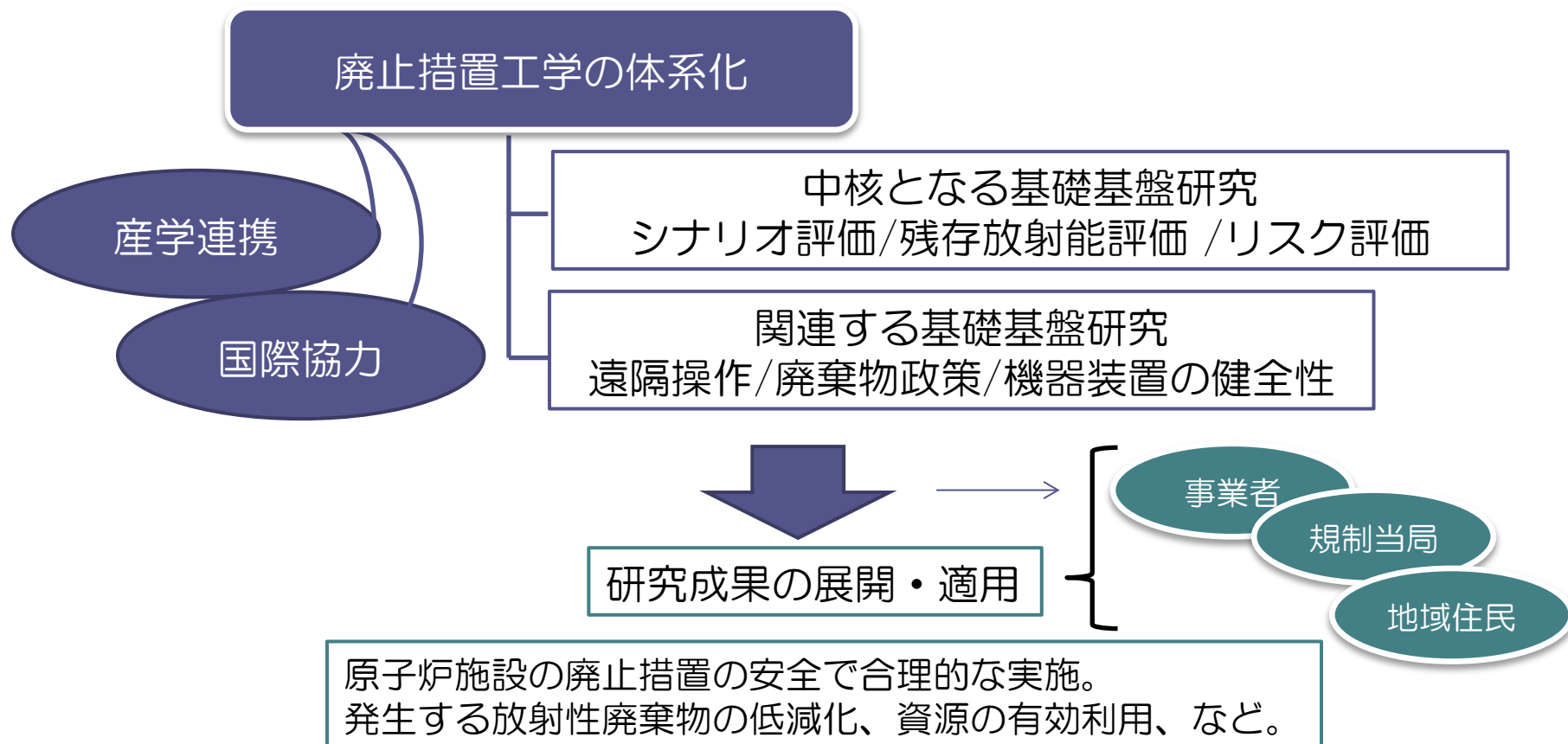


廃止措置の基盤研究・人材育成

- 博士前期課程を対象にした講義
 - ⇒廃止措置工学（放射性廃棄物管理を含む）
- 廃止措置の基盤研究
 - ⇒廃止措置シナリオ評価、知識マネジメント
- 文科省公募プログラム（平成26年度FS採択）
 - ⇒西日本における福島第一原子力発電所の廃止措置にかかわる基盤研究・人材育成の拠点形成

研究の方針

原子炉物理、計算科学、システム工学（プロジェクトマネジメント）、コスト工学などを適用するとともに廃止措置のこれまでの経験、進行中の作業データなどを有効に活用して原子力施設の廃止措置に係る安全・最適設計のための方法論の研究及び計算ツールの開発により廃止措置工学の体系化を図る。



「廃止措置工学」講義の基本

✓ 廃止措置の基本概念

→ ライフサイクル、戦略検討、規制解除、解体技術、除染技術、放射線防護、放射性廃棄物

✓ 実務に生かせる教育

→ プロジェクト管理、コスト評価など

✓ 事故炉の廃止措置

→ 環境修復、遠隔技術、リスク評価

シラバス（廃止措置工学）

1. 原子力利用と環境問題

2. 原子力施設の廃止措置とは

3. 原子力発電所の施設特性

4. 廃止措置工事と必要な技術

5. 放射線防護について

6. 廃止措置の費用評価

7. 廃止措置に係る安全規制

廃止措置に必要な技術及び方法論

通常の廃止措置と
事故炉の廃止措置

8. 廃止措置のプロジェクト管理

9. 廃止措置のシステム工学

10. 放射性廃棄物の処理処分

11. 事故炉の廃止措置/修復

12. 廃止措置に係る世界の動向

13. 原子力の環境修復

14. 負の遺産にどう取組むのか

廃止措置と環境修復

- ✓ 通常炉の廃止措置と事故炉の環境修復の相違
 - > 廃止措置はプラントライフの最終段階における計画された活動
 - > 環境修復は、予期しなかった状況（事故や管理の不備などで施設や土地が汚染）に対する除染や安定化対策

文科省FS事業概要（平成26年度）

(1) 福井大学を中心とした西日本における廃止措置基盤研究・人材育成のあり方の検討

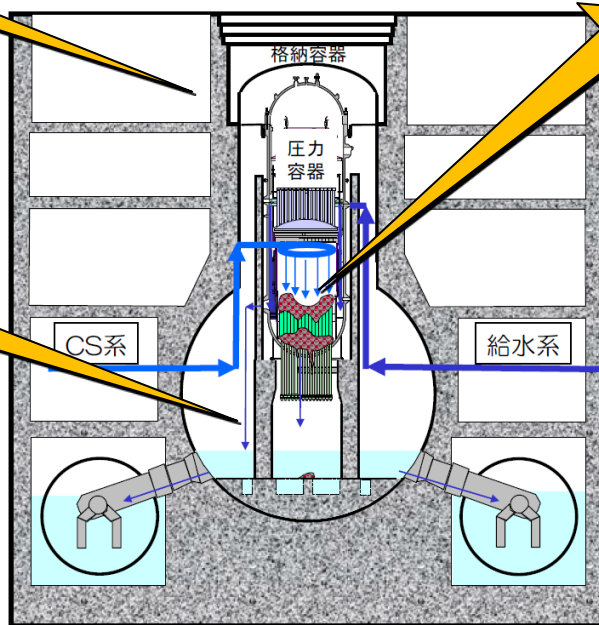
- ① 福井大学が拠点となり、東京電力、IRID、JAEAと連携し、西日本の大学・研究機関等における1F炉の廃止措置に係る基盤研究、人材の育成とキャリアパス形成について検討
- ② IRIDによる福島での活動を調査するとともに、将来福島に設置される施設の利用等について検討
- ③ 福井県をはじめとする西日本における長期の原子力産業に貢献する研究開発や人材育成の取り組みについて検討

(2) 廃止措置マネジメント研究

- ① 廃止措置シナリオ調査（ふげん、TMI-2燃料デブリ取出しを含む）

(4) 材料健全性研究

- ① 鉄筋とコンクリートの付着健全性診断手法の調査
- ② 高耐放射線性素材等の調査及び予備照射実験（若エネ研）
- ② 高分子材料劣化の調査及び予備実験（福井工大）
- ③ 研究グループ会議



(3) 燃料デブリの特性把握・臨界管理技術研究

- ① 福島第一原発燃料デブリ取出しに係る研究ニーズ・シーズ調査
- ② 研究グループ会議

(5) 廃止措置工学教育

- ① 廃止措置工学の講義
- ② セミナー、福島第一施設調査等の試行、アンケート調査
- ③ 独自性のある教育の検討

廃止措置マネジメントの研究

シナリオ評価技術

- 福島第一原子力発電所の廃止措置においては、燃料デブリ取出し及び廃止措置の明確な道筋を付けることが当面の重要課題。
- このためには、あらゆる廃止措置シナリオの分析とその結果の整理・蓄積により、必要な時に分析結果を直ちに適用できるような体系的な情報管理が必要。
- 福島第一原子力発電所の施設・放射能特性、適用技術の現状などに係る情報の整理結果に基づいて、燃料デブリ取出し及び廃止措置工事における様々なシナリオの実現可能性やリスクなどを評価。

知識マネジメント技術

- 事故を経験した施設の廃止措置は、技術的に複雑かつ完了までに数十年と長期に渡る。
- 設計・運転時等の知識を踏まえ、事故に関する施設特性（損傷の程度、汚染特性など）、国内外の廃止措置の経験や技術、新規の技術開発の情報、さらに現場で得られる知識等を整理。
- 迅速に廃止措置計画の見直し、シナリオ評価に反映する手法を確立。

廃止措置はどうして必要か

