



**HOKKAIDO**  
UNIVERSITY

北大拠点におけるオープン教材を活用した原子力教育の展開  
Nuclear Education Programmes Being Developed at  
Hokkaido University Utilizing Open Courseware

原子力平和利用と核不拡散・核セキュリティに係る国際フォーラム  
The International Forum on Peaceful Use of Nuclear Energy,  
Nuclear Non-Proliferation and Security  
10 December 2024

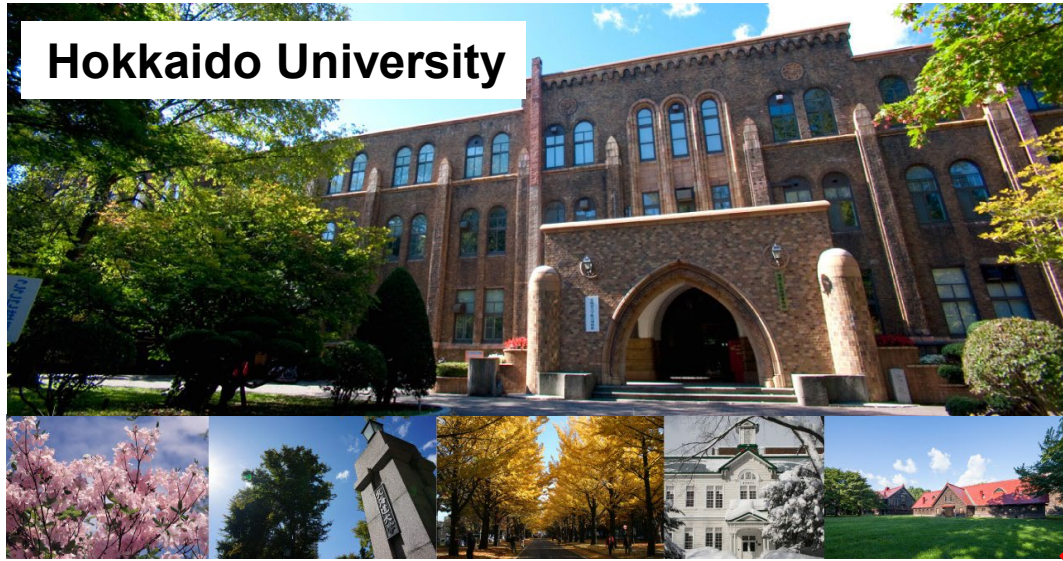
**Tamotsu Kozaki, Naoko Watanabe**

**Division of Applied Quantum Science and Engineering  
Center of Ambitious Research and Education for Nuclear Safety**

**Hiroshi Nakashima**

**Center of Ambitious Research and Education for Nuclear Safety**

# 北海道および北海道大学 (Hokkaido Pref. and Hokkaido University)



Hokkaido University

## Hokkaido Pref.

- 3 Nuclear Power reactors [原発3基](#)
- Underground research laboratory for HLW disposal [幌延深地層研究センター](#)
- 2 areas in which literature survey for HLW disposal site selection was conducted  
[2町村で、高レベル放射性廃棄物処分の文献調査](#)

- [工学部 / 工学院 / 工学研究院](#)
- ◆ **Undergraduate / Graduate Schools of Engineering**
    - Department of Mechanical and Intelligent system Eng.
    - Division of Quantum Science and Eng.
    - Division of Energy and Environmental Systems
    - Endowed Chair (Laboratory of Nuclear Power Infrastructure and Technologies)
    - **Center of Ambitious Research and Education for Nuclear Safety (CAREN)** [原子力安全先端研究教育センター](#)
    - Electron Beam Accelerator [電子線加速器施設](#)
    - **Nuclear Fuel Storage Facility** [核燃料物資貯蔵施設](#)
  - ◆ Graduate School of Biomedical Science and Engineering [医理工学院](#)
  - ◆ Central Institute of Isotope Science [アイソトープ総合センター](#)
  - ◆ **Center for Open Education** [オープンエデュケーションセンター](#)



# 原子力教育能力の衰退 (Decline in Capabilities of Nuclear Education)

## ◆原子力工学科数の減少

(Decreasing number of nuclear engineering departments)

## ◆原子力に関する講義、実験、実習数の減少

(Decreasing number of lectures, experiments, and practical training related to nuclear engineering)

## ◆原子力系の教職員の減少、高齢化

(Aging and decreasing number of faculty and staff in the field of nuclear engineering)

## ◆原子炉等を用いた実験、実習機会の減少

(Decreasing opportunities for experiments and practical training using nuclear reactors, etc.)

## ◆福島第一原子力発電所の事故 (Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant)

➤ 福島復興のための人材育成 (Human resource development for Fukushima reconstruction)



目的: 福島復興のための環境修復および放射性廃棄物処分に必要な人材育成

(Purpose: Capacity building in the area of environmental remediation and radioactive waste disposal for Fukushima reconstruction)

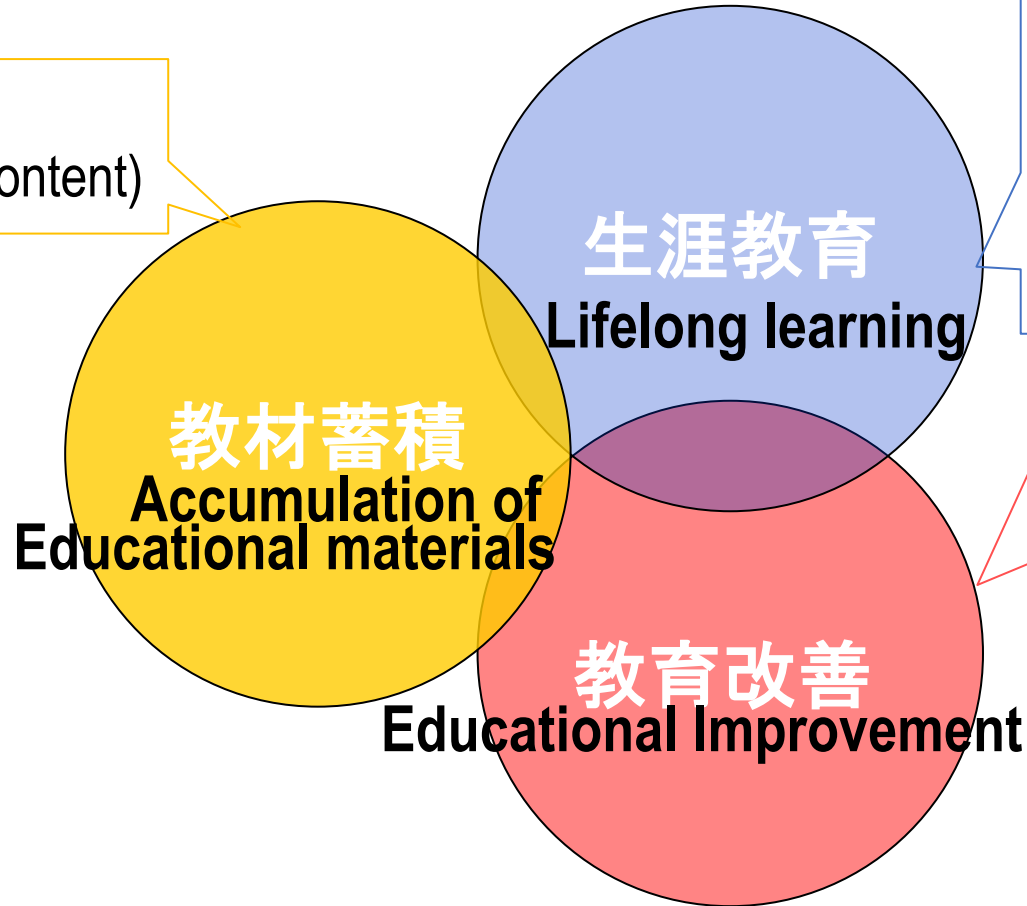
- 多様な専門分野の視点から環境放射能に関する諸問題を解決するために必要な一連の講義、実験を提供する  
(Organize a series of lectures, laboratory sessions to understand the problems related to environmental radioactivity from viewpoints of multiple research areas)
- 国際セミナー開催による国際性涵養を図る  
(Organize International seminars to learn International perspective)
- 福島県飯舘村における環境修復実習の機会提供  
(Organize environmental remediation field session in Iitate village, Fukushima)



# オープン教材とその効果 (Open course ware and their educational effectiveness)

オープン教材: インターネット上で自由にアクセス・使用が可能  
(Freely accessible and usable on the Internet)

・コンテンツの拡充・改善  
(Expanding and improving content)



・中高生向け教育の充実  
(Improving education for junior and senior high school students)  
・リカレント教育の推進  
(Promotion of recurrent education)

・アクティブ・ラーニングの導入  
(Introducing active learning)  
・学習管理システム(LMS)による教育の改善  
(Improving Education with Learning Management Systems (LMS))





北海道大学  
オープンエデュケーション  
センター  
CENTER FOR OPEN EDUCATION  
HOKKAIDO UNIVERSITY

北海道大学オープンエデュケーションセンターは情報通信技術を活用した教育・学習の支援を行うとともに、オープン教材 (Open Educational Resource:OER)を活用した教育改善を推進することを目的として2014年に設置。


The Center for Open Education(OEC), Hokkaido University was established in April 2014 to support education and learning using ICT and to promote research and development related to OER (Open Education Resources).

## ➡ オープンエデュケーションセンターとの連携 (Collaboration with the OEC)

- オープン教材の制作・公開 (Production and release of Open Course Ware)
- 大規模公開オンライン講座の制作と公開 (Production and offer of MOOC, Massive Open Online Courses)
- オープン教材を用いた授業科目の開発 (Course Development based on OCW)



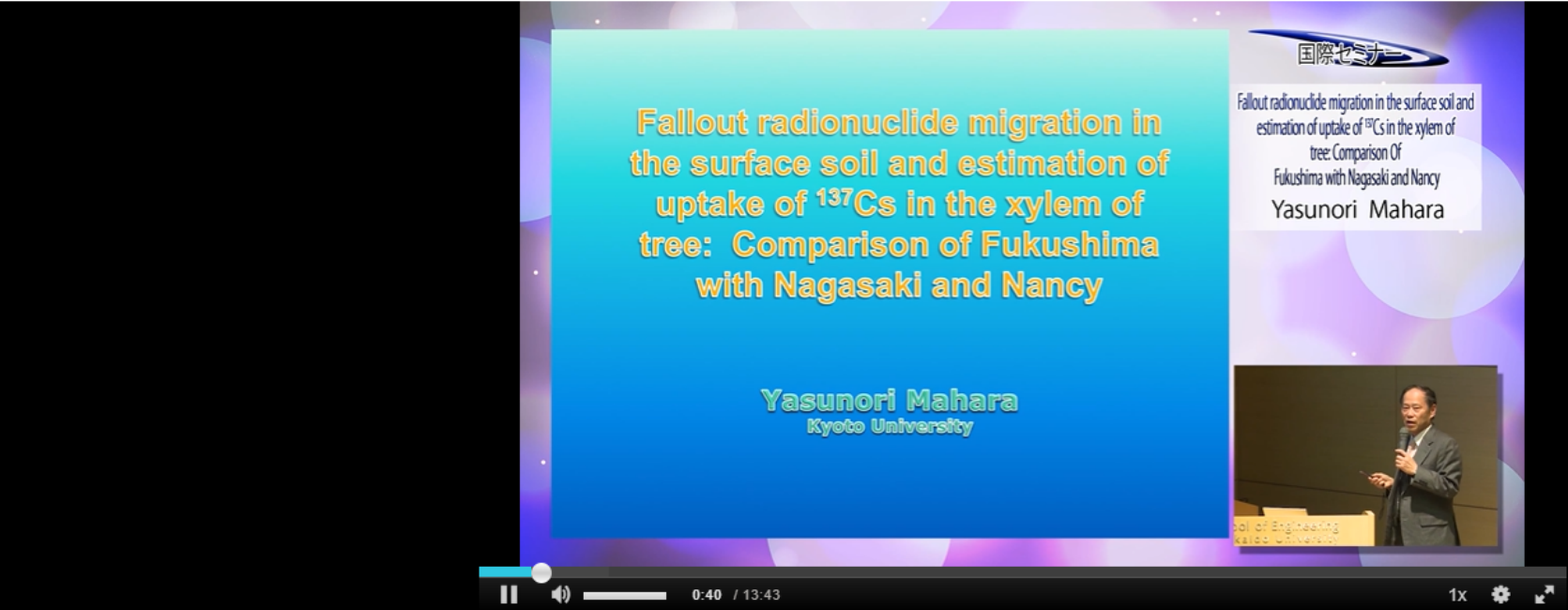
# オープン教材の制作・公開 (Production and release of Open Course Ware)



北海道大学 オープンコースウェア  
HOKKAIDO UNIVERSITY OPEN COURSE WARE

Copyright Material | What is

Search by Course | Search Play



Chapter of this video 全4本

- ▶ Introduction (1/4) 14 min.
- ▶ 1. Migration of fallout radionuclides in the surface soil (2/4) 28 min.
- ▶ 2. Uptake of Fallout radionuclides in the xylem of tree (3/4) 24 min.
- ▶ 3. Long term prediction of 137Cs con. in the xylem of tree (4/4) 10 min.

Fallout radionuclide migration in the surface soil and estimation of uptake of  $^{137}\text{Cs}$  in the xylem of tree: Comparison of Fukushima with Nagasaki and Nancy

Introduction (1/4)

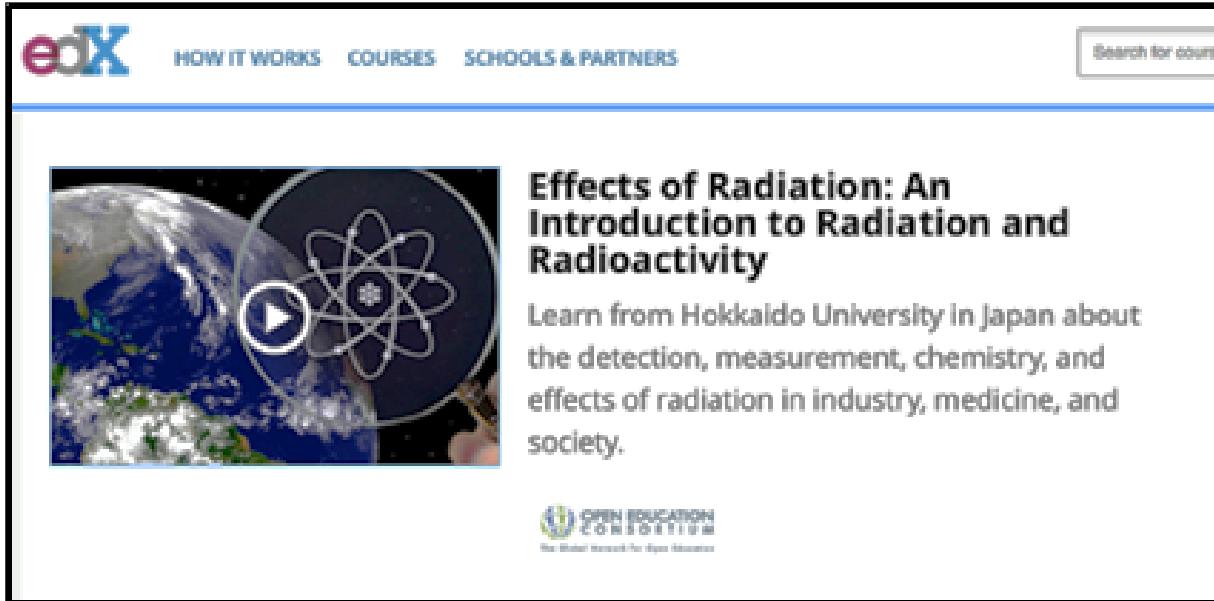
2016

教員：馬原保典先生（※旧所属 京都大学）

**適切な動画編集、著作権処理、サーバ管理が不可欠  
(Proper video editing, copyright management, and server management are essential)**



# 大規模公開オンライン講座 (MOOC, Massive Open Online Courses)



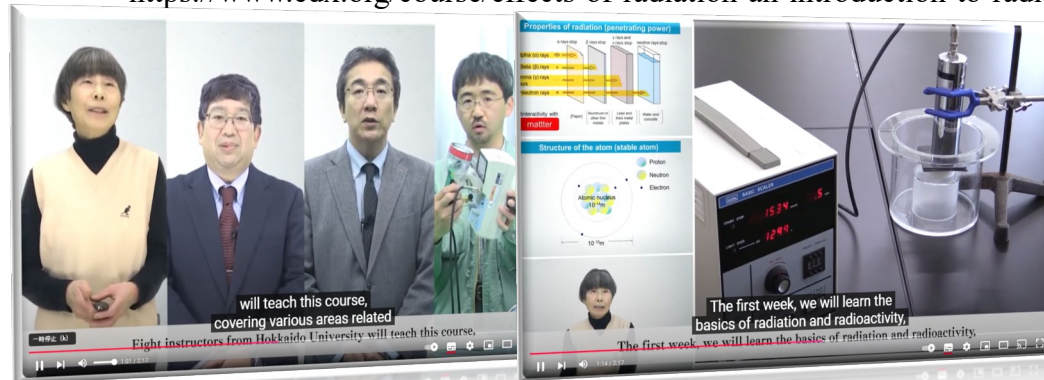
edX HOW IT WORKS COURSES SCHOOLS & PARTNERS Search for course

**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 FOUNDATION  
The World Research for Open Education

<https://www.edx.org/course/effects-of-radiation-an-introduction-to-radiation>



## 「放射線・放射能の科学」 (Effects of Radiation: Introduction to Radiation and Radioactivity)

- **内容：放射線の基礎～放射性廃棄物処分まで**  
(Content: Basics of Radiation ~ Radioactive Waste Disposal)
- **開講期間：2015年7～8月**  
(Course period: July to August 2015)
- **講師数：8名**  
(Number of instructors: 8)

- ◆ **登録者数：4,342名（全世界133ヶ国）**  
(Registration: 4,342 from 133 countries)
- ◆ **講座にアクセスした受講者数：1,385名**  
(Number of access: 1,385)
- ◆ **修了者数：380名**  
(Certificate of achievement: 380s)





## 【事業の目的】

大学や研究機関等が組織的に連携し、原子力分野において育成する魅力的な人材像を掲げ、共通基盤的な教育機能を補い合うことで、拠点として一体的に人材を育成する体制の構築を促し、ひいては我が国の原子力分野の人材育成機能の維持・充実に寄与することを目的とする。

### Purpose of the project

Maintain and enhance the function of human resource developments in nuclear sector by integrating entire Japanese educational resources. Share various educational resources to cover insufficient educational functions in each university, technical collage, or another organization. Establish a systematic cooperation among universities, technical collages, research institutes, industries, and government while sharing of goal of human resource development in nuclear engineering.



→ **全国コンソーシアム(未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム, ANEC)の設立**  
(Establishment of a national consortium, Advanced Nuclear Education Consortium for the Future Society (ANEC))



# ANECの組織体制 (Organizational Structure of ANEC)



# 北大拠点にて公開されているオープン教材 (Open course ware available at Hokkaido Univ.)

2013年からの累積公開数: 186講義 (2024年11月末現在)

Total number of lectures released since FY2013: 186

(as of the end of November 2024)

**STEAM教育手法を活用した原子力人材育成**

- ▶ 放射線の基礎 (大矢恭久)
- ▶ STEAM教育実践論 エネルギー・環境問題を基盤とした
- ▶ エネルギー・環境概論 (中島宏)
- ▶ STEAM教育論 米国との比較と日本の潮流と日本型
- ▶ 原子力防災視点からの放射線教育 (小崎完)

**原子力安全工学**

- ▶ 第1回: 原子力安全に関する基礎的事項 (山本章夫)
- ▶ 第2回: PWRプラント設備の概要 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 第3回: BWRプラント設備の概要 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 第4回: 原子力安全の基本的な考え方 (山本章夫)
- ▶ 第5回: 安全設計と安全評価 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 5-1: PWRプラントの過渡・事故解析の概要 (設
- ▶ 5-2: BWRプラントの過渡・事故解析の概要 (設
- ▶ 第6回: 原子力規制委員会による規制基準とその概要
- ▶ 第7回: 外的ハザードへの対応 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 第8回: シビアアクシデント時の物理現象 (山本章夫)
- ▶ 第9回: 原子力防災の基礎 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 第10回: 主要な原子力事故 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 第11回: 福島第一原子力発電所事故 (山本章夫)

**核融合工学概論**

- ▶ 核融合工学概論 その1 -核融合の原理とその歴史-

**特別講演会**

- ▶ 春秋時代の原子力 - 将来を展望して - (田中俊一)

**原子炉炉心解析手法オンラインセミナー**

- ▶ 講義 1: 中性子輸送理論の概要〜決定論的手法〜 (山本章夫)
- ▶ 講義 2: 拡散方程式の数値解法の基礎 (山本章夫)
- ▶ 講義 3: キャラクターリスティクス法 (1/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 4: キャラクターリスティクス法 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 5: 実効断面積と共鳴計算手法 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 講義 6: 中性子減速理論と超多群計算 (山本章夫)
- ▶ 講義 6-1: 中性子減速理論と超多群計算〜超多群スベ
- ▶ 講義 7: 近代ノード法 (1/2) (山本章夫) >> 講義
- ▶ 講義 8: 近代ノード法 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 9: 均質化誤差と均質化法 〜不連続因子、SPH法
- ▶ 講義 10: 燃料棒出力再構成法 (山本章夫) >> 講義
- ▶ 講義 11: 燃焼の基礎理論 (1/2) (山本章夫) >> 講義
- ▶ 講義 12: 燃焼の基礎理論 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 13: 空間依存の原子炉動特性 (1/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 14: 空間依存の原子炉動特性 (2/2) (山本章夫)
- ▶ 講義 15: 動力炉における燃料配置の最適化 (Loading

**核データ工学**

- ▶ 6. Nuclear Data Processing (山野直樹)
- ▶ 12. 核データ処理1 (山野直樹)
- ▶ 13. 核データ処理2 (山野直樹)

**核燃料の化学**

- ▶ 第1回: 核燃料の基礎 (佐藤修彰)

**北海道大学 オープンエデュケーションセンター**  
CENTER FOR OPEN EDUCATION, HOKKAIDO UNIVERSITY

北海道大学オープンエデュケーションセンター > 原子力人材育成事業 オープン教材一覧 (2011-2022)

**原子力人材育成事業 オープン教材一覧 (2011-2022)**

>> 国際原子力イニシアティブ事業について (文部科学省HP)

**機関連携強化による未来社会に向けた新たな原子力教育拠点の構築**

**原子力熱流動工学**

- ▶ 原子力熱流動工学の基礎I (三輪修一郎)

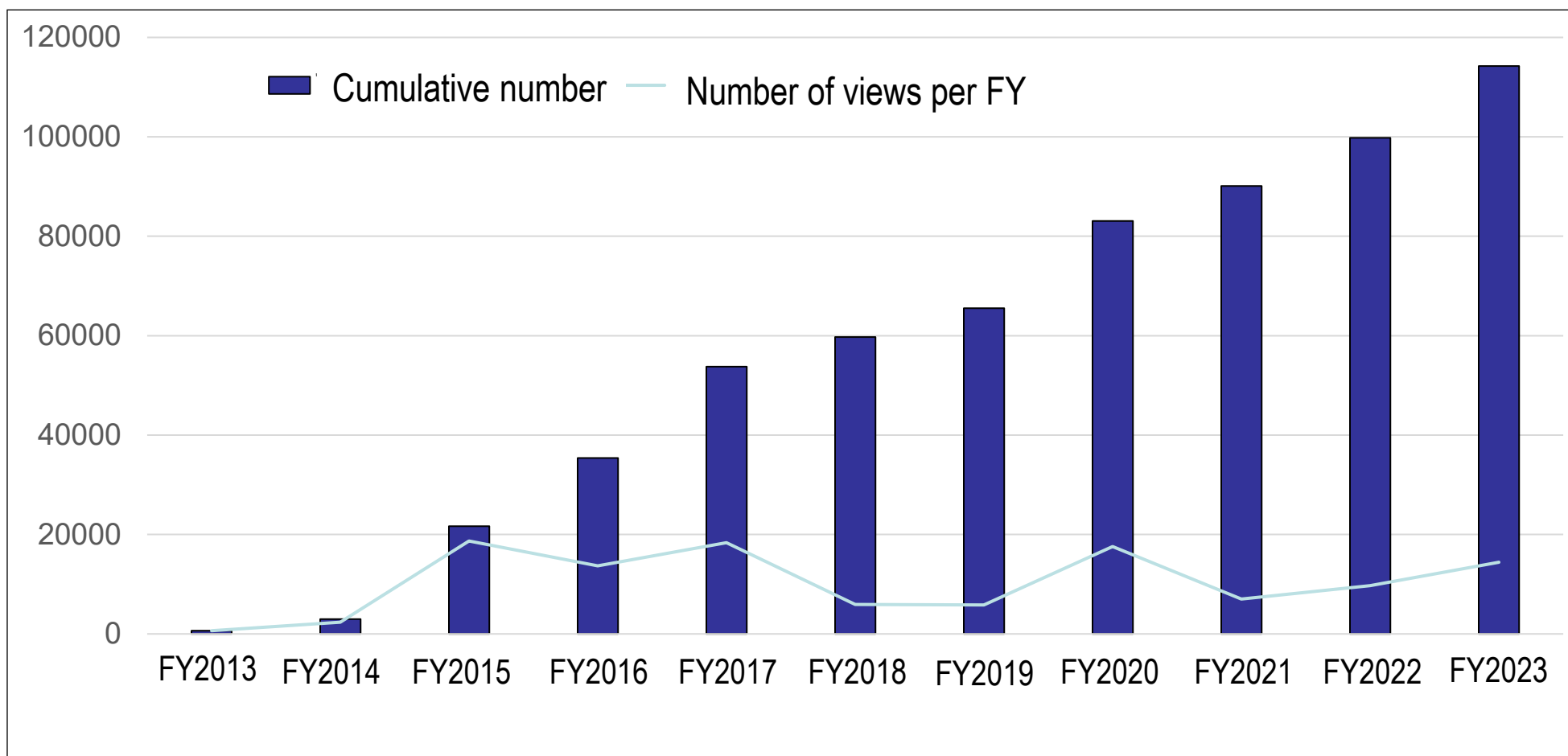
**放射化学概論**

- ▶ 放射性壊変と放射能 (近田拓未)
- ▶ 放射平衡と天然放射性核種 (近田拓未)
- ▶ RIの化学分析への利用 (大矢恭久)
- ▶ トレーサーとしての化学的利用 (大矢恭久)
- ▶ 核反応[1]-核反応とは (矢永誠人)
- ▶ 核反応[2]-RIの製造と分析への応用 (矢永誠人)
- ▶ 核分裂反応と放射性核種の取扱 (矢永誠人)
- ▶ ホットアトム化学 (近田拓未)
- ▶ 放射線化学 (大矢恭久)

HOKKAIDO UNIVERSITY

# オープン教材へのアクセス数 (Number of accesses to open course ware)

視聴数：毎年・約15,000 累計・133,000 (2024.10時点)  
Number of viewers: Approximately 15,000 per year, cumulative 133,000 (as of October 2024)



# 日本語版大規模公開オンライン講座 (MOOC in Japanese)



## 「放射線・放射能の科学」

(Effects of Radiation: Introduction to Radiation and Radioactivity)

- **内容**：放射線の基礎～放射性廃棄物処分まで  
(Content: Basics of Radiation ~ Radioactive Waste Disposal)
- **開講期間**：2020年3～5月, 2021年2～4月, 2023年3～5月  
(Course period: Mar. to May 2020, Feb. to Apr. 2021, Mar. to May 2023)
- **講師数**：7名  
(Number of instructors: 7)

◆ **登録者数**：4,432名  
(Registration: 4,432)



## 「地層処分の科学」

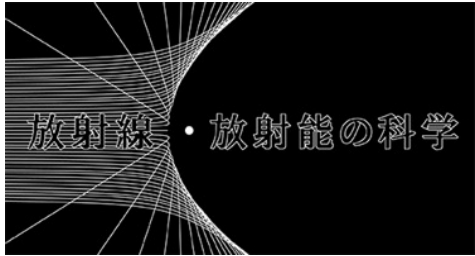
(The science for geological disposal of high-level radioactive waste)

- **内容**：人工バリア、天然バリアおよび安全評価  
(Content: Engineered barriers, natural barrier, and safety assessment)
- **開講期間**：2024年3～8月  
(Course period: Mar. to Aug. 2024)
- **講師数**：6名  
(Number of instructors: 6)

◆ **登録者数**：1,378名  
(Registration: 1,378)



# MOOC受講者の年齢構成 (Age distribution of MOOC participants)



受講者の年齢 (Age of participants)

Age	10s	20s	30s	40s	50s	60s	70s	Others	Total
Participants	333	569	493	555	658	671	436	717	4,432
Ratio (%)	7.5	12.8	11.1	12.5	14.8	15.1	9.8	16	

受講者(2,045名)の職種構成 (Occupational composition of participants (2,045 people))

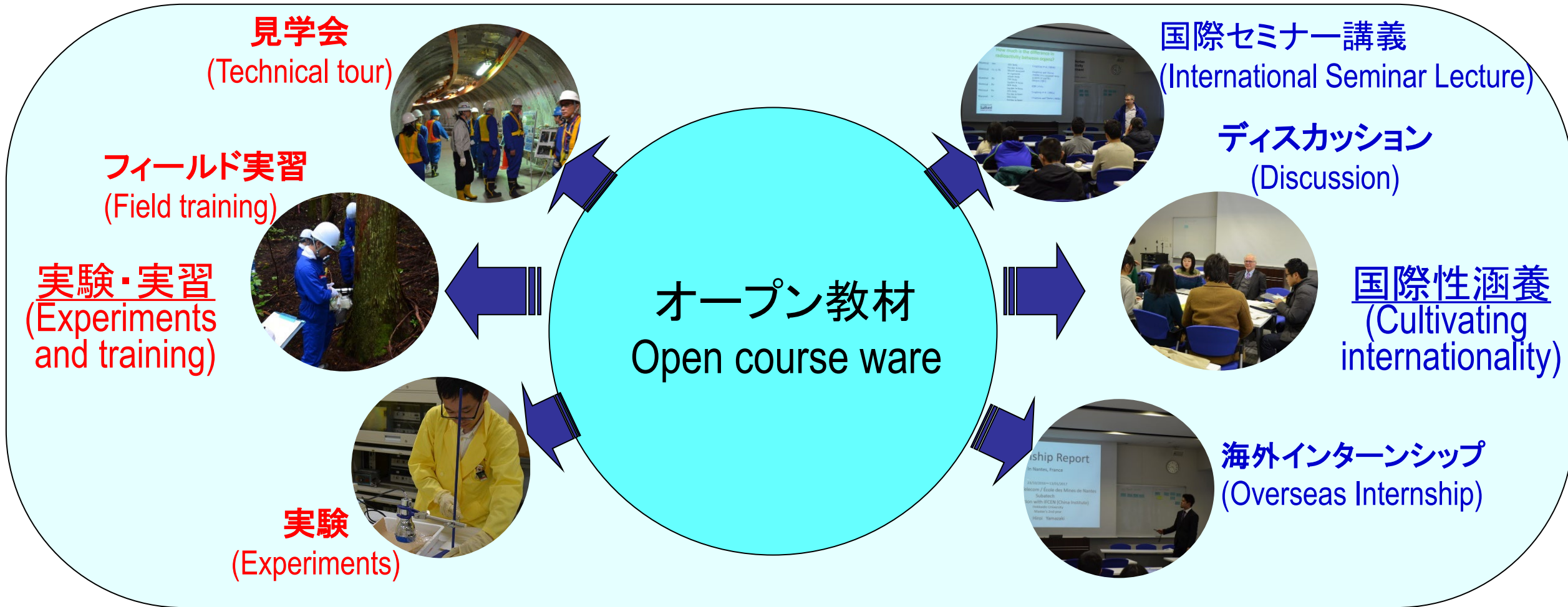
		Participants	Ratio(%)
フルタイム勤務者	Full-time employees	1,039	50.8
パートタイム、アルバイト	Part-time workers	183	9.0
専業主婦(夫)	Full-time housewife	68	3.3
無職	Unemployed	428	20.9
小中学生	Elementary and junior high school students	8	0.4
高校生	High school students	39	1.9
大学生(院生)	University students	248	12.1
他の学生	Other students	32	1.6

リカレント・リスキリング教育に  
活用  
(Utilizing for recurrent and/or  
reskilling education)

若年層への理解促進  
(Promoting understanding  
among young people)



## 原子力教育プログラム (nuclear education program)



		Application		
		LWRs / Advanced Reactors	Fuel Cycle / Transmutation	Disposal / Decommission
Common Basic Technology	Material	Nuclear Reactor Materials		
	Fuel	Nuclear Fuel Materials		Nuclear Fuel Cycle
	Reactor Phys. / Nuclear data Fluid dynamics	Reactor Physics	Reactor Thermal Eng.	Nuclear Data Eng.
	Radiochemistry	Radiochemistry		
	Nuclear chemistry	Radiation Science		
	Structures	Nuclear Reactor Eng.		Decommissioning Eng. Nuclear Waste Disposal
	Metrology Control robotics	Radiation Metrology		
	Safety	Reactor Safety Engineering		
	Simulation / AI / IoT	AI		





# カリキュラム計画の課題点 (Issues to be solved in curriculum planning)

## オープン教材の網羅性 (Comprehensiveness of open course ware)

### ◆原子力規制分野の教材が不足 (Lack of content related to nuclear regulation)

- 原子力規制人材育成事業が2023年度より開始。教材制作・公開が進行中。  
(The Nuclear Regulation Human Resource Development Project has begun since FY2023.  
Content production and release is currently underway.)

### ◆核不拡散、核セキュリティ分野のコンテンツが皆無

(No content on nuclear non-proliferation or nuclear security)

- 専門知識を有する教員が不足 (Lack of professors with specialized knowledge)
  - コンテンツの制作が急務 (Immediate need to make content)
- 実験・実習が可能な施設が不足 (Lack of facilities for experiments and practical training)



## 今後の課題 (Future issues)

### ◆オープン教材 (Open course ware)

- 体系的・網羅的整備 (Systematic and comprehensive production)
- 階層的整備 (異なる難易度) (Hierarchical production (different levels of difficulty))
- 英語版の整備 (Production of English version)
- 実験・実習等と組み合わせた教育プログラムの実施  
(implementing educational programs combined with experiments and practical training)

### ◆履修者の学習意欲の向上 (Increasing students' motivation to learn)

- 学習証明 (デジタルバッジ) の導入  
(Introduction of learning certificates (digital badges))
- 原子力業界における学習証明の認知・利用促進  
(Promoting awareness and use of learning certificates in the nuclear industry)



## まとめ (Summary)

- ◆原子力工学分野のオープン教材の制作・公開、およびMOOC(大規模公開オンライン講座)を開講した。  
(Open course ware and MOOCs (Massive Open Online Courses) in the field of nuclear engineering have produced and released.)
- ◆今後もオープン教材の体系的・網羅的整備、階層的な充実が必要  
(Systematic and comprehensive development and hierarchical enrichment of open course ware will be necessary in the future.)
- ◆オープン教材と実習等を組み合わせた教育プログラムの構築が重要  
(Educational programs that combine open course ware with practical training, etc. are important.)
- ◆学習意欲の向上、学修歴への意識向上が必要  
(To increase motivation to learn and to raise awareness of academic history is needed.)



## 謝辞 (Acknowledgements)

本事業は文部科学省の補助金(国際原子力人材育成イニシアティブ事業)によって実施しました。関係の皆様にご感謝申し上げます。

These activities have been performed in part within the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology's project; Nuclear Power Training and Education Support Program (Nuclear Education and Research Initiative). We would like to express our gratitude for the support we have received from them here.



# 付録 (Appendix)

