

リサイクル適性 A

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

原子力人材育成プログラム補助事業
(国際原子力人材プログラム)

平成 23 年度成果報告書

平成 24 年 3 月

国立大学法人 東京大学

成果報告書（概要版）

目次

1. はじめに	4
1. 1. 事業実施の背景	4
1. 2. 事業実施の意義	6
1. 3. 目標	6
2. 1. 当該年度の計画	8
2. 2. 実施体制と運営内容	9
3. 成果の概要	10
4. 当該年度の実施内容及び成果	11
4. 1. 原子力教科書シリーズ3冊の英文化原稿整備	11
5. まとめ	18
5. 1. 全体のまとめ	18
5. 2. 今後の計画	18
5. 3. 自己評価	18
(付録) 原子力教科書シリーズ（オーム社）	21

成果報告書（概要版）

1. はじめに

1. 1. 事業実施の背景

エネルギーの安定供給および地球温暖化対策などを受け、世界的に見て原子力発電の役割は大きく見直されつつある。原子力先進国である我が国においても、エネルギー戦略の観点から原子力の安定かつ安全な推進が求められている。しかしながら、制御棒落下事故やデータ改ざんなど諸問題が相次いで発生し、原子力を担う側に深刻な要素があることが明らかとなっている。これに対し、「新・国家エネルギー戦略」や「原子力に関する研究開発の推進方策について」、「原子力立国計画」、「原子力安全研究コードマップ」などにおいて産官学の共通認識として人材育成の重要性が謳われており、問題解決能力に優れているだけでなく技術倫理意識が高い技術者、研究者の育成が求められている。

翻って世界の情勢を見ると、地球温暖化問題や原油価格高騰などを背景に、昨今アジアや欧米諸国では原子力ネッサンスとも言うべき原子力発電所の新規建設、建設再開が始まっている。しかしながら、それに必要な高度原子力技術者や、原子力安全だけではなく核不拡散・社会受容性などのスキルを有する技術者を養成するシステムが、欧米諸国ではすでに弱体化してしまっており、またアジア各国では現在そのシステムを構築中であるが需要に追いつけないのが現状である。従って、優秀な技術者の数はその必要数に対して圧倒的に少なく、しかも必要となるまでに残されている時間も少ない。原子力エネルギー利用はチェルノブイリ原子力発電所事故のように1カ国で発生した事故が全世界に影響すること、アジアにおける原子力施設の事故が日本の安全にも直結すること、なども踏まえると、世界における高度技術者養成は、地球環境問題解決への日本の責任であるとともに日本の安全にとって必要な課題であると考えられる。かつ、日本は原子炉だけではなく核燃料サイクルや放射線利用など、原子力開発を着実に進め、かつ世界の主流となっている2つタイプの原子炉とともに保有するとともに、高速増殖炉およびその核燃料サイクルの導入も国策として決定した唯一の原子力先進国であり、その日本の原子力教育の中心であり続けてきた東京大学こそが、この取組を実現できる唯一の組織であると言える。

原子力専攻は、数少ない工学系専門職大学院の一つであり、原子力分野では唯一である。そして原子力関連企業および研究所が集中する茨城県東海地区において、東京大学の専任教員に加えて、日本原子力研究開発機構や電力中央研究所、電力会社、メーカーからの客員教員や非常勤講師、特別講師などの厚い指導陣容による質の高いカリキュラムを組む原子力技術者養成機関である。

平成17年4月の設立以来、原子力専攻は、原子力産業界で数年業務に従事し、将来各企業・機関の中核となることが期待されている日本人技術者を主な対象として、原子力利用において遭遇する様々な問題を理解し、自らの頭で考え解決できる能力をもつ人材、すなわち「問題解決能力を持つ原子力専門家」となるべく養成を行ってきた。その成果については、原子力産業界や研究開発機関などから、修了者の原子力専門家としての能力やスキルの向上に対して高い評価が得られているところである。

具体的には、設立以降7年間で、国家試験一部免除資格取得者は、原子炉主任技術者試験に関しては60名（修了者の95%）、核燃料取扱主任者試験に関しては58名（修了者の約92%）にのぼる。また表1-1に示すように、原子炉主任技術者に関しては、修了者のうち43名が一次試験に合格（全合格者の51%）、このうちの21名が口答試験に合格している（全合格者の36%）。核燃料取扱主任者に関しては、修了者のうち39名が試験に合格している（全合格者の41%）。なお、免除資格者と筆記試験合格者の違いの主な要因は、資格を必要としない学生（電力会社出身で核燃料取扱主任者の資格を必要としない、逆に核燃料取扱施設出身で原子炉主任技術者の資格を必要としない、プラントメーカー出身でどちらの資格も必要としない、等）が受験していないことによる。また、修了者・在学生29名が技術士「原子力・放射線部門」第1次試験に合格している。

成果報告書（概要版）

表 1-1 専門職学位課程修了者の資格取得状況

国家試験名	修了者の合格者数	修了者を含む全体の合格率	合格者に含まれる修了者の割合
第 48 回原子炉主任技術者試験筆記試験合格者	15 名	31%	47%
第 48 回原子炉主任技術者試験口答試験合格者	7 名	45%	33%
第 49 回原子炉主任技術者試験筆記試験合格者	11 名	20%	55%
第 49 回原子炉主任技術者試験口答試験合格者	4 名	42%	22%
第 50 回原子炉主任技術者試験筆記試験合格者	17 名	26%	53%
第 50 回原子炉主任技術者試験口答試験合格者	10 名	40%	53%
第 51 回原子炉主任技術者試験筆記試験合格者	13 名	16%	68%
第 51 回原子炉主任技術者試験口答試験合格者	9 名	29%	41%
第 52 回原子炉主任技術者試験筆記試験合格者	15 名	32%	38%
第 52 回原子炉主任技術者試験口答試験合格者	6 名	23%	28%
第 53 回原子炉主任技術者試験筆記試験合格者	13 名	22.2%	50%
第 53 回原子炉主任技術者試験口答試験合格者	12 名	35%	63%
第 38 回核燃料取扱主任者試験合格	13 名	未公表	33%
第 39 回核燃料取扱主任者試験合格	12 名	未公表	44%
第 40 回核燃料取扱主任者試験合格	14 名	未公表	48%
第 41 回核燃料取扱主任者試験合格	15 名	未公表	88%
第 42 回核燃料取扱主任者試験合格	8 名	未公表	81%
第 43 回核燃料取扱主任者試験合格	15 名	未公表	62.5%

原子力専攻では開校に当たり新たに教材を開発し、講義に活用している。その理由はここ約 20 年間、原子力関係の教科書の出版がなく、また既存教科書では内容が古すぎるためである。基礎分野でも解析方法等の変化などに対応できず古い教科書は役に立たない。また保全技術のように最近重要視される工学分野の教科書は全くない。人的要因などの文理融合領域にある科目も同様である。平成 19 年度原子力教育支援プログラムの開始時点では原子力専攻は開校より 3 年目をむかえており、講義や演習などの流れもほぼ確立した段階にあった。

また原子力専攻では教材や教育の品質向上を目指しており、今まで Global COE における取り組みの一つとして主に日本原子力研究開発機構の協力のもと、教科書「原子力教科書シリーズ」を日本語で作成し、一部については既に出版済みである。この「原子力教科書シリーズ」は原子炉物理から原子力社会学までをカバーする世界唯一の教育プログラムの基盤であり、最新の知見や技術開発を反映させているとともに、学生による学習を補助するラーニングアドバイザによる教育からのフィードバックも反映させたものであるという、世界に類のないものである。

東京大学原子力国際専攻・原子力専攻では、専攻の全教員が関与している Global COE 「世界を先導する原子力教育研究イニシアチブ」の成果と今後の発展、東京大学教員がこれまでに蓄積してきた原子力エネルギーから原子力社会学までの幅広い国際的なネットワークを基礎として、(独) 日本原子力研究開発機構、日本原子力発電株式会社、(独) 原子力安全基盤機構、(財) 原子力安全研究協会との有機的な連携のもとに、世界中の原子力エネルギー利用国において将来の産業界や原子力関係行政庁の中核となる高度な技術者を養成する世界で最初の国際専門職大学院を目指す。この国際専門職大学院への展開は、我が国では東京大学でしか成し得ないものである。

これらの背景を踏まえ、国際専門職大学院への展開のための準備として、東京大学原子力専攻では、我が国の原子力界の協力を得て、原子力教育におけるグローバルネットワークを形成し、東京大学（つまり日本）がそのハブとなり、近い将来において世界の原子力教育のイニシアティヴを取ることを目的として、英語版「原子力教科書シリーズ」の整備を随時実施している。平成 23 年度の本事業においては、すでに日本語教科書が出版済みの科目のうち 3 科目：

成果報告書（概要版）

- 原子力保全工学
- 放射性廃棄物の工学
- 原子力安全工学

の英語化原稿の整備を行った。さらに『原子炉安全工学』については、日本語版がまだ出版前であることも踏まえ、福島第一原子力発電所事故を原子力安全工学の観点から解説した Appendix を日本語で新たに追加執筆し、その英語版の整備も行った。

1. 2. 事業実施の意義

今回提案しているような原子力工学の英語版教科書シリーズは、原子力を学ぶための留学生を受け入れる東京大学原子力国際専攻やその他すべての大学における留学生教育のほか、世界中の原子力系学科・専攻を有する大学、さらには将来、日本人研究者や技術者がアジアなどの海外に進出して行う原子力教育の場にても利用されることが期待できる。また最新の知見や技術開発を反映させた原子力の英文教科書は世界に他に類が無く、MIT やハーバード大学、プリンストン大学等ですらこれまで実現することができていない。アメリカ・カリフォルニア大学バークレー校の原子力工学科ですら核燃料サイクルの講義には 1981 年に出版された Nuclear Chemical Engineering を使用している状況にある。それゆえ、最新の知見を反映させた原子力工学の英語版教科書シリーズは世界中で待ち望まれているものであり、フランスとともに原子炉だけではなく核燃料サイクルや放射線利用などの原子力開発を着実に進めてきた日本において、原子力教育の中心であり続けてきた東京大学が日本原子力研究開発機構と協力してはじめてできる取組である。しかも日本はフランスとは異なり、世界の主流となっている 2 つタイプの原子炉を両方とも保有するとともに、高速増殖炉およびその核燃料サイクルの導入も国策として決定した唯一の原子力先進国である。以上のように、この教科書は世界中で使われる可能性があり、しかも世界中に競争相手となる教科書が存在しないことから、近い将来において日本発の原子力工学の知による英語版教科書がグローバルスタンダードとなって世界の原子力工学教育の中核を担い得るものである。

東京大学原子力国際専攻・原子力専攻は、平成 22 年 12 月に IAEA と Practical Arrangement を締結し、アジアの原子力人材教育活動を IAEA との協力のもとに実施している。本プロジェクトにて整備した英語化した原子力教科書シリーズの原稿は、今後、民間の出版社を通じて Web 公開され、今後のアジア原子力人材教育活動にも大きく活用される予定である。

1. 3. 目標

国立大学法人東京大学・原子力国際専攻および原子力専攻では、現在まで Global COE における取り組みの一つとして主に日本原子力研究開発機構の協力のもと、教科書「原子力教科書シリーズ」を日本語で作成し、一部については既に出版済みである。

国立大学法人東京大学・原子力国際専攻および原子力専攻では、これに合わせて原子力専攻科目の教科書教材「原子力教科書シリーズ」の英文化も進めている。表 1-2 に、原子力専攻における 4 つの分野と 22 の科目について、日本語教科書の出版と英語版教科書原稿完成のスケジュール（予定含む）を示す。

本プログラムでは、東京大学（つまり日本）がそのハブとなって我が国の原子力界の協力を得て原子力教育におけるグローバルネットワークを形成し、近い将来において世界の原子力教育のイニシアティヴを取ることを目的として、「原子力教科書シリーズ」のうち 3 科目

成果報告書（概要版）

- 原子力保全工学
- 放射性廃棄物の工学
- 原子力安全工学

ついて、その英文化原稿を整備することを目標とした。さらに『原子炉安全工学』については、日本語版がまだ出版前であることも踏まえ、福島第一原子力発電所事故を原子力安全工学の観点から解説した Appendix を日本語で新たに追加執筆し、その英語版の整備を行うことも目標に含めた。ここで言う英文化原稿整備とは、次の 5 つの行程を行うことを意味する。

- (1) 日本語教科書「原子力教科書リーズ」の和文英訳
- (2) ネイティブスピーカーによる英語校正
- (3) 日本語原稿著者による校閲
- (4) 専門の出版社による編集
- (5) 英文化された教科書原稿の完成

表 1-2 専攻科目と対応する日本語教科書の完成年度、および英文化の完成年度（予定含む）

専攻科目名（演習を含む）	日本語教科書の完成年度（予定）	日本語教科書の出版年度（予定）	英文化の完成年度（予定）
原子力基礎科目			
・放射線安全学	平成 21 年度	平成 24 年度以降	平成 24 年度以降
・原子核と放射線計測	平成 21 年度	平成 24 年度以降	平成 24 年度以降
・原子力法規			
・原子炉物理学	平成 21 年度	平成 24 年度以降	平成 24 年度以降
・原子力熱流動工学	平成 20 年度	平成 20 年度	平成 22 年度
・原子力構造工学	平成 20 年度	平成 20 年度	平成 21 年度
・原子力燃料材料科学	平成 21 年度	平成 24 年度以降	平成 24 年度以降
・核燃料サイクル工学	平成 21 年度	平成 24 年度以降	平成 24 年度以降
原子力実務基礎科目			
・原子力プラント工学	平成 20 年度	平成 20 年度	平成 21 年度
・原子力安全工学	平成 21 年度	平成 24 年度以降	平成 23 年度
・原子力保全工学	平成 21 年度	平成 21 年度	平成 23 年度
・放射性廃棄物の工学	平成 21 年度	平成 23 年度	平成 23 年度
原子力実務隣接科目			
・法工学			
・リスク認知とコミュニケーション			
・ヒューマンマネジメント		部分的にヒューマンファクター概論として出版	
・原子力特別講義			

成果報告書（概要版）

展開先端科目			
・原子炉設計	平成 21 年度	平成 21 年度	平成 22 年度
・放射線遮蔽	平成 21 年度	平成 21 年度	平成 22 年度
・放射線利用	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 24 年度以降
・原子力危機管理学			
・動特性とプラント制御	平成 19 年度	平成 19 年度	平成 20 年度
・ヒューマンファクター概論			

2. 実施計画

2. 1. 当該年度の計画

すでに出版済みである日本語教科書「原子力教科書シリーズ」のうち 3 科目

- 原子力保全工学
- 放射性廃棄物の工学
- 原子力安全工学および Appendix

について、以下の項目を実施することにより、その英文化原稿を整備する。

（1）日本語教科書「原子力教科書リーズ」の和文英訳

10 - 12 月は、英語の両方に堪能であり、対象の教科書に対する専門的知識を十分に有する者数名が、本文、解説、図表、章末問題、解答について和文英訳作業を実施する。なお、一部のより高い専門性を要する部分の翻訳は外注により実施する。

（2）ネイティブスピーカーによる英語校正

12 - 1 月は、翻訳者による英文翻訳を経た原稿および図表に対し、ネイティブスピーカーによる校正をする。

（3）日本語原稿著者による校閲

1 - 2 月は、日本語版の教科書を書いた著者が、ネイティブスピーカーによる英語校正後の原稿について、その内容を確認し必要があれば修正をする。

（4）専門の出版社による編集

2 - 3 月は、専門の出版社が、著者校閲の終了した英語版教科書原稿について、英文図表のトレース、本文、解説、章末問題、解答のレイアウトと組版などの編集作業を行う。

（5）英文化された教科書原稿の完成

3 月は、東大教員が編集後の原稿を確認し、英語版教科書原稿として完成させる。

なお、上記すべての行程において、東大担当者は隨時出版社との打ち合わせを行い、また、翻訳者や執筆者との連携を維持した。

成果報告書（概要版）

表 2-1： 実施工程表（事業の流れを示す線表で記載）

項目	平成 23 年度					
	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
日本語教科書「原子力教科書リーズ」の和文英訳			→			
ネイティブスピーカーによる英語校正			→			
日本語原稿著者による校閲				→		
専門の出版社によるレイアウト原稿の作成					→	
英文化された教科書原稿の完成						→

2. 2. 実施体制と運営内容

責任者：原子力専攻常務委員（岡本 孝司 教授）

担当者：原子力専攻教員（出町 和之 准教授）

責任者である原子力専攻常務委員が本事業を総括した。

担当者には原子力専攻教員 1 名を充て、本事業をとりまとめる。和文英訳担当者、再委託先、日本語教科書執筆者（校閲者）、事務室間の連絡調整を円滑かつ合理的に実施するために、担当者をサポートする技術補佐員 2 名を雇用した。

担当者は、日本語教科書の和文英訳担当者に対し、原稿の和文英訳作業を依頼し取り纏める。和文英訳された原稿は、担当者を通して再委託先（ネイティブスピーカー）に送付され、和文英訳原稿の英文校正が行われる。英文校正が終了した原稿は、再委託先（ネイティブスピーカー）より担当者を通して日本語教科書の執筆者へ送付され、英文校正後原稿の校閲が行われる。日本語教科書の執筆者は校閲が終了した原稿を担当者に送付し、担当者はこれを再委託先（出版社）に送付する。再委託先（出版社）は英文図表のトレース、本文、解説、章末問題、解答のレイアウトと組版などの編集作業を行い、これを担当者へ送付する。最後に、担当教員が編集後の原稿を確認し、最終的に英語版教科書原稿として完成した。

なお、和文英訳担当者による日本語教科書和文英訳作業、および日本語教科書執筆者による英文校正後原稿の校閲作業に関しては、その対価として東京大学平成 22 年度諸謝金基準単価表に基づき謝金を支払った。

以上の役割分担を図 2-1 に示す。また、各科目の実施者などを表 2-2 に示す。

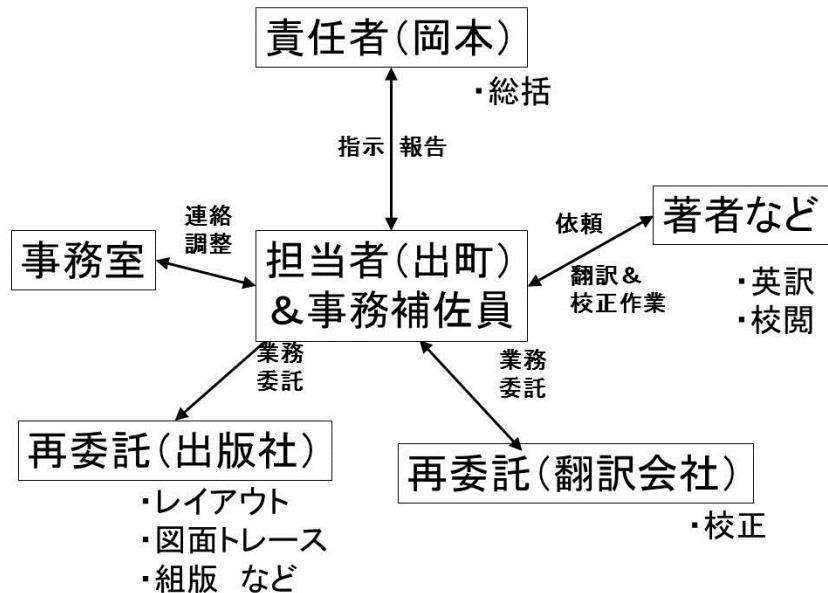


図 2-1 役割分担（特に実務関係を示す）

表 2-2 : 各科目の和文英訳者、再委託先（英文校正）、校閲者（教科書著者）、再委託先（出版社）

科目名	和文英訳者および再委託先（和文英訳）	再委託先（英文校正）	校閲者（教科書著者）	再委託先（出版社）
原子力保全工学	トランスワーズ社	MKC コンサルティング	千種直樹 出町和之 仲井 悟 前田幸基 佐川 涉 宮崎克雅	オーム社
放射性廃棄物の工学	トランスワーズ社	MKC コンサルティング	中山真一 大越 実 島田太郎 立花光夫 門馬利行 新堀雄一 Joohong Ahn 長崎晋也	オーム社
原子力安全工学 および Appendix	東京大学・大学院・ 工学系研究科・ 原子力国際専攻・大 学院生, トランスワーズ社, 庄野ワークス社	MKC コンサルティング	中村 秀夫 更田 豊志 本間 俊充 渡邊 憲夫 村松 健	オーム社

3. 成果の概要

- 教科書和文英訳：原子力教科書シリーズ『原子力保全工学』、『放射性廃棄物の工学』、『原子炉安全工学』の3冊について、文、解説、図表、章末問題、解答について和文英訳作

成果報告書（概要版）

業を実施した。

- 英文校正： 上記3冊の和文英訳後原稿に対し、ネイティブスピーカーによる英語校正を行った。
- 校閲： 英語校正後の上記3冊の原稿に対し、日本語教科書執筆者がその内容の校閲を行った。
- 編集： 校閲後の上記3冊の原稿に対し、専門の出版社が、著者校閲の終了した英語版教科書原稿について、英文図表のトレース、本文、解説、章末問題、解答のレイアウトと組版などの編集作業を行った。
- 完成： 担当者の東大教員がによる編集後原稿を確認をもって、英語版教科書原稿の完成とした。

4. 当該年度の実施内容及び成果

4. 1. 原子力教科書シリーズ3冊の英文化原稿整備

すでに出版済みである日本語教科書「原子力教科書シリーズ」のうち3科目

- 原子力保全工学
- 放射性廃棄物の工学
- 原子力安全工学およびAppendix

について、将来の英語版教科書出版のための英文化原稿を整備した。

『原子力保全工学』は、原子力発電所の安全を目的とし行われている原子力保全について解説している教科書である。原子力保全は様々な活動の組み合わせにより行われているが、本教科書は点検・保守・管理、保守経験、高経年化対策、欠陥検査方法、健全性評価、補修方法、状態監視技術、規制検査と、そのほとんどをカバーした多岐にわたる解説を行っている。この教科書の日本語原稿について、再委託先（トアンスワーズ社）が和文英訳作業を開始したのは平成23年10月であった。その後、再委託先（ネイティブスピーカー）による英文校正、著者による校閲、再委託先（オーム社）による図表トレース・レイアウト原稿の作成を経たのち、出来上がりを担当者が確認することで、平成24年3月に『原子力保全工学』の英文化原稿が完成した。

『放射性廃棄物の工学』は、原子力発電所をはじめとする原子力関連施設や、放射線・放射性同位元素を利用して研究機関・医療機関から発生する。本教科書は、放射性廃棄物の発生から、原子力施設の廃止措置、放射性物質の処理、処分とその評価まで、放射性廃棄物にかかる工学を包括的に解説している。その英文化原稿は平成23年11月より再委託先（庄野ワークス社）による和文英訳作業を開始し、再委託先（ネイティブスピーカー）による英文校正、および著者による校閲、再委託先（オーム社）による図表トレース・レイアウト原稿の作成を経たのち、出来上がりを担当者が確認することで、平成24年3月に『放射性廃棄物の工学』の英文化原稿が完成した。

『原子力安全工学』は、原子力安全工学とは、原子力発電所にとって最も重要な「原子力安全」について、**基本的考え方から工学的応用までを学ぶものである。本教科書は、原子力事故・燃料挙動・環境影響・確率的安全評価（PSA）・事故解析・安全設計などの観点から、原子力安全工学について詳細に解説している。**また、2012年3月に発生した福島第一原子力発電所事故に関する解説も、付録として掲載した。その英文化原稿は平成23年12月より再委託先（庄野ワークス社）および東京大学大学院原子力国際専攻大学院生による和文英訳作業を開始し、再委託先（ネイティブスピーカー）による英文校正、および著者による校閲、再委託先（オーム社）による図表トレース・レイアウト原稿の作成を経たのち、出来上がりを担当者が確認することで、平成24年3月に『原子力安全工学』の英文化原稿が完成した。

上記の「原子力教科書シリーズ」3科目について、各章のページ数および作業完了状況を表4-1に示す。また、各英文化教科書の章・節の構成を表4-2に示す。

表4-1 本年度完成した「原子力教科書シリーズ」3科目に関する成果の概要

科目名 (和名)	科目名 (英名)	完成・未完成
原子力保全 工学	Nuclear Maintenance Engineering	完了
放射性廃棄 物の工学	Technology of radioactive waste	完了
原子力安全 工学	Nuclear Safety Engineering	完了

表4-2 本年度完成した「原子力教科書シリーズ」3科目の英文化原稿の構成
(※演：演習問題、解：演習問題解答)

○Nuclear Maintenance Engineering

章	節	頁数	章・節タイトル
1			Overview of maintenance engineering
	1	3 下	What is maintenance engineering?
	2	7 中	Systems covered by maintenance engineering
	3	9 下	History of maintenance engineering
2	4	11	Concept of maintenance sophistication
			Mechanism of maintenance activities
	1	15 中	Framework for maintenance activities
3	2	17	Quality assurance in the maintenance of nuclear power plants
			Maintenance of nuclear power plants
	1	19 中	Overview of maintenance activities
	2	21 下	Definition of the scope of maintenance
4	3	26	Establishment of performance criteria
	4	35	The PDCA cycle in the maintenance program
			Inspection, Maintenance and Management of Nuclear Power Plants
	1	40 中	Inspection
5	2	46 下	Operation and maintenance
	3	65	Exposure control
	参	66	Chapter 4 References
			Experience in the Maintenance of Components and Structures and Aging Management

6	1	71 中	Experience in the Operation and Maintenance of Components and Structures
	2	79 中	Stress corrosion cracking of stainless steel in a BWR
	3	87 下	Damage to PWR steam generator tubes
	4	91 下	Stress corrosion cracking of nickel-base alloys
	5	98 下	Pipe wall thinning
	6	106 下	Fatigue failure
	7	117	Aging management
	参	120	Chapter 5 References
			Defect Detection Methods for Components and Structures
	1	122 下	Non-destructive testing
7	2	129 中	In-service inspection requirements
	3	136 中	In-service inspection methods
	4	137 下	Performance demonstration systems
	5	139	Risk informed ISI program
	参	141	Chapter 6 References
8			Integrity Assessment of Components and Structures
	1	144 中	Basic steps for defect evaluation
	2	164	Defect evaluation method
	参	165	Chapter 7 References
9			Repair Techniques for Components and Structures
	1	168 中	Principles of repair
	2	185 中	Element technologies used in repair work
	3	207 中	Example of repairs and replacements in light water reactors
	4	215	Replacement experience in a fast reactor
	参	217	Chapter 8 References
			Condition Monitoring Technique
10	1	219	Condition-based maintenance
	2	220 中	Types of condition monitoring techniques and applicability
	3	224	Vibration diagnosis
	4	228 中	Oil analysis
	5	229 中	Acoustic emission
	6	231 中	Infrared thermography
	7	233	Motor current signature analysis
	参	234	Chapter 9 References
			Regulatory inspection
	1	240	Safety regulatory framework for reactor facilities
	2	240 下	Periodic inspection
	3	241 中	Periodic operator inspection
	4	241 下	Periodic safety management review
	5	242 中	Safety inspection
	6	243	Safety preservation rules and safety regulations
	7	247 下	Regulatory requirements for maintenance based on international standards

8	256	Performance-based regulations in the U.S.
	257	Chapter 10 References
		index

○Radioactive Waste

章	節	頁数	章・節タイトル
1			Radioactive waste management
	1	4 下	Principles of radioactive waste management
	2	12 下	Types of radioactive waste
	3	16	Radioactive waste engineering
	参	17	Chapter 1 References
2			Generation and characteristics of radioactive waste
	1	19 下	Waste from uranium mining and smelting facilities
	2	22 中	Waste from fuel fabrication facilities
	3	26 下	Waste from nuclear power plants
	4	34 下	Waste from reprocessing
	5	36 中	Waste from R&D and radioactive isotope use
	6	37 中	Repatriated waste
	7	37 下	Waste below the clearance level
	8	45	Waste from partitioning and transmutation
	演	46	Chapter 2 Exercises
参	48	Chapter 2 References	
3			Decommissioning of Nuclear Facilities
	1	53 中	What is Decommissioning?
	2	63	Formulation of Decommissioning Plan
	3	67	Decommissioning Techniques
	4	72 下	Dismantling of Nuclear Facility
	5	76	Site Release
演	78	Chapter 3 Exercises	
参	80	Chapter 3 References	
4			Clearance
	1	84 下	What is clearance?
	2	95	Clearance level calculation method
	3	102 下	Clearance level verification
	4	110 下	Clearance application
	5	113 中	Clearance level approaches of international organizations
	6	116	Clearance for non-reactor facilities
	演	117	Chapter 4 Exercises
	参	119 下	Chapter 4 References
			Radioactive Waste Treatment Technology

6	1	120 下	Principle of radioactive waste treatment
	2	124	Gaseous waste treatment
	3	133	Liquid Waste Treatment
	4	141 中	Treatment of solid waste
	5	150	Solidification treatment
	演	151	Chapter 5 Exercises
	参	152	Chapter 5 References
			Radioactive Waste Disposal
	1	156 下	Concept of radioactive waste disposal
	2	158	Multi-barrier approach
3	165	Near-surface disposal: Class 2 waste burial	
4	172	Geologic disposal: Class 1 waste burial	
演	173	Chapter 6 Exercises	
参	175	Chapter 6 References	
7			Performance Assessment of Radioactive Waste Disposal System
	1	185 中	Performance assessment of disposal system
	2	207 中	Performance assessment models
	3	213	Interpretation and use of performance assessment results
	演	215	Chapter 7 Exercise
	参	217	Chapter 7 References
	付		Appendices
			Appendix A: Calculation of Clearance Levels
	1	218	Reference doses values
	2	218 下	Evaluation items
3	219 中	Evaluation pathways	
4	230 中	Exposure doses evaluation models	
5	230 中	Evaluation parameters	
参	230 下	Reference	
		Appendix B: Solving Diffusion Equations and Advection-Dispersion Equations for Radioactive Materials	
1	235 下	Diffusion in infinite medium	
2	236 下	Advection in infinite medium	
3	238 下	Advection and dispersion in infinite medium	
4	240 下	Advection and dispersion in infinite medium under the retardation effect	
5	241 中	Advection and dispersion in infinite medium accompanied by radioactive decay and retardation	
6	242 下	Diffusion under stepped-boundary initial conditions	
7	243 中	Diffusion under strip boundary condition	
8	244 下	Advection-dispersion equation allowing for decay chain	
9	246 中	Diffusion in semi-infinite medium	

	10	246 下	Solution in the case where the source continues to be kept supplied for a certain period of time
	11	252 下	Diffusion in medium of finite length
	12	253 中	Diffusion equation in cylindrical coordinate system
	13	253 下	Diffusion in spherical coordinate system
	14	255 下	Laplace transforms
参	256		Appendix B References
			Appendix C: Fundamentals of Chemical Equilibrium and Thermodynamics for Radioactive Waste Management
	1	260	Enthalpy and entropy
	2	262 中	Gibbs energy and chemical equilibrium
	3	267 下	Adsorption
	4	276	Exercises with solutions
解	285		Answers to Exercises

○Nuclear Safety Engineering

章	節	頁数	章・節タイトル
1			Plant Behavior in Accidents
	1	17	Introduction
	2	20 下	Loss-of-coolant accident (LOCA)
	3	24	Thermal-hydraulic safety evaluation for safety regulation
	4	39	Studies on thermal-hydraulic behavior in LOCA
	5	88	Thermal-hydraulic behaviors in LOCA
	6	93 下	Safety analysis codes
	7	99	Best estimate methods
	参	101	References
2			Fuel behavior under accident conditions
	1	114	Fuel performance during RIA
	参	115	References
3			Environmental Impact analysis
	1	117	Basics of Assessment of Environmental Migration of Radioactive Materials
	2	122 下	Migration of radionuclides released into the atmosphere
	3	128 下	Deposition on soil and plants
	4	141	Migration of radionuclides in the terrestrial food chain
	参	143	References
4			Probabilistic safety assessment of a nuclear power plant (Probabilistic Safety Assessment : PSA)
	1	148 下	Introduction
	2	192	Level 1 PSA to inner phenomenon
	参	194	References

5	Analysis of accidents and defects		
	1	197 上	Introduction
	2	220 中	Collection and analysis of information about accidents and defects
	3	245 中	Accidents at nuclear facilities
	4	258 下	Accidents at nuclear facilities other than reactors
	5	264	Accidents caused at facilities using radiation sources and accidents due to radiation sources
6	参	268	References
	Examples of safety design [Safety design for new reactors (high-temperature gas-cooled reactors [HTGRs])]		
	1	275	Introduction
	2	283 中	Safety design for HTGRs
	3	305	Safety assessment for HTGR systems
	参	306	References
付	付	Appendices	
	Appendix A : Introduction		
	Appendix B : The influence of the Great East Japan Earthquake to nuclear power plant		
	1	318	Specifications of nuclear power stations
	2	328 下	Influence by the earthquake
	3	392	Influence and phenomenon progress by tsunami
	4	401	Influence on the environment by the Fukushima Dai-ichi NPS accident
	参	Reference	
	Appendix C : Lessons Learned from the Fukushima-Daiichi NPP Accident		
	1	404 下	Seismic Design
2	405 中	Tsunami and Flooding Design	
3	406 中	Station Blackout	
4	406	Loss of Ultimate Heat Sink	
5	407 中	Prevent Containment Vessel Rupture	
6	407 下	Prevent Hydrogen Explosions	
7	408 中	Severe Accident Management	
8	409	Safety Design	
Appendix D : Analysis of situation at the Great East Japan Earthquake from viewpoint of defence in depth			
1	412 下	Introduction	
2	413	First level : Prevention of deviations from normal status:	
3	414 下	Second level : Interception of deviations from normal status to accident conditions	
4	416 中	Third level : Achievement of acceptable plant status following design basis conditions	

成果報告書（概要版）

	5	419 中	Fourth level : Accident management
	6	420	Fifth level : Protecting people from radiation
	参		References

5. まとめ

5. 1. 全体のまとめ

本プロジェクトでは、事業計画通り「原子力教科書シリーズ」のうちの3冊

- 原子力保全工学
- 放射性廃棄物の工学
- 原子力安全工学およびAppendix

について、その英文化原稿の整備を行った。ここで言う英文化原稿整備とは、次の5つの行程を行うことを意味する。

- (1) 日本語教科書「原子力教科書シリーズ」の和文英訳
- (2) ネイティブスピーカーによる英語校正
- (3) 日本語原稿著者による校閲
- (4) 専門の出版社による編集
- (5) 英文化された教科書原稿の完成

これらの「原子力教科書シリーズ」の英語版原稿は今後、W e B配信または海外の教科書出版社などを通じて発信することを想定している。また東京大学原子力国際専攻・原子力専攻は今後、I A E Aとの協力を得つつ、アジアの原子力人材教育活動に取り組む予定であり、そのためにもこの英語化された原子力教科書シリーズは有効な教育ツールとなる。

5. 2. 今後の計画

東京大学原子力専攻では、本プロジェクト以前に、平成 20 年度採択の文部科学省・専門職大学院教育推進プログラム「職業人材育成事業」において、原子力教科書シリーズのうちから平成 20 年に 1 冊、平成 21 年度に 2 冊、さらに、平成 22 年度の経済産業省原子力人材育成プログラム事業これに 3 冊の英文原稿の整備を行った。今回のプロジェクトでの 3 冊の英文原稿を合わせると、合計で 9 冊の英文化原稿を整備したことになる。

今後は、すでに出版済みおよび出版予定である「原子力教科書シリーズ」の残り 11 科目についても、日本語版の出版がなされた科目から優先的に順次、英文化原稿の整備を行っていく。

5. 3. 自己評価

事業計画通り、3 冊の「原子力教科書シリーズ」の英文化原稿を整備することができた。平成 22 年度と同様に 3 冊の整備を行えたことは、今回のプロジェクトにおいて効率的に英文化整備を行えたと評価できる。また、I A E Aとの協力など、この英文化教科書を国際的協力のもと活用するための取組も行っており、これは本事業の実施・運営体制がよく機能したためと評価できる。

表5-1：東京大学 原子力教科書シリーズ(英語版) 出版に係わる準備作業実施時期と費用原資等に関するまとめ

No	専攻科目名	書籍名称 (教科書タイトル)	出版準備作業の実施時期と費用の原資					
			原稿作成		図表トレース		編集・組版	
			時期	費用の原資	時期	費用の原資	時期	費用の原資
1	展開先端科目	Nuclear Reactor Kinetics and Plant Control (原子炉動特性とプラント制御)	H20	専門職大学院教育推進プログラム(文科)	H20	専門職大学院教育推進プログラム(文科)	H20	専門職大学院教育推進プログラム(文科) 出版社の自己投資
2	原子力実務基礎科目	Nuclear Plant Engineering (原子力プラント工学)	H21	専門職大学院教育推進プログラム(文科)	H21	専門職大学院教育推進プログラム(文科)	H21	専門職大学院教育推進プログラム(文科) 出版社の自己投資
3	原子力基礎科目	Nuclear Structural Engineering (原子炉構造工学)	H21	専門職大学院教育推進プログラム(文科)	H21	専門職大学院教育推進プログラム(文科) オーム社の自己投資	H21	専門職大学院教育推進プログラム(文科) 出版社の自己投資
4	展開先端科目	Radiation Shielding (放射線遮蔽)	H22	原子力人材育成プログラム(経産)	H22	原子力人材育成プログラム(経産)	H22	原子力人材育成プログラム(経産) 出版社の自己投資
5	展開先端科目	Design of a Nuclear Reactor (原子炉設計)	H22	原子力人材育成プログラム(経産)	H22	原子力人材育成プログラム(経産)	H22	原子力人材育成プログラム(経産) 出版社の自己投資
6	原子力基礎科目	Nuclear thermal-hydraulics (原子力熱流動工学)	H22	原子力人材育成プログラム(経産)	H22	原子力人材育成プログラム(経産)	H22	原子力人材育成プログラム(経産) 出版社の自己投資
7	原子力実務基礎科目	放射性廃棄物工学	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産)	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産)	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産) 出版社の自己投資
8	原子力実務基礎科目	原子力保全工学	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産)	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産)	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産) 出版社の自己投資

成果報告書（概要版）

9	原子力実務基礎科目	原子力安全工学	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産)	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産)	H23	原子力人材育成プログラム補助事業(経産) 出版社の自己投資
---	-----------	---------	-----	----------------------	-----	----------------------	-----	----------------------------------

10	展開先端科目	放射線利用	H23	未定	H23	未定	H23	未定
11	原子力実務隣接科目	ヒューマンファクター概論	H24	未定	H24	未定	H24	未定
12	原子力基礎科目	原子核と放射線計測	H24	未定	H24	未定	H24	未定
13	原子力基礎科目	放射線安全学	H24	未定	H24	未定	H24	未定
14	原子力基礎科目	放射線安全学	H25	未定	H25	未定	H25	未定
15	原子力基礎科目	原子炉物理学	H25	未定	H25	未定	H25	未定
16	原子力基礎科目	原子力燃料材料学	H26	未定	H26	未定	H26	未定
17	原子力基礎科目	核燃料サイクル工学	H26	未定	H26	未定	H26	未定