東海大学原子力工学科が再び立ち上がる 原子力マイスター育成への挑戦

東海大学 大江俊昭, 浅沼徳子, 高木直行, 吉田茂生

東海大学は、2010年度よりエネルギー工学科を原子力工学科に名称変更し、再度、原子力教育を推進する予定である。これは、原子力利用見直しの機運の中で、原子力技術者を輩出することを明確に打ち出すことであり、これまでエネルギー工学科において継続してきた原子力教育を見直し、重点補強と肥大したカリキュラムのスリム化という相反する目的を満足させる作業を行ってきた。しかし、原子力工学科の学生募集を停止して以来、10年間に及ぶブランクのため、教育現場での原子力への重点回帰にはカリキュラムの修正だけでなく、ゆとり教育に対応した初年次生への原子力導入教育の手法、卒業時の実力確保の具体策など、新たな課題も明らかとなった。そして、それらに対して、原子力技術コースの導入や、原子力人材育成プログラムなどを有機的に組み合わせて「原子力マイスター」を育てることをキーワードに、原子力教育再活性化に向けた挑戦を行っている。

I. 本邦初の原子力教育の歴史と新たな取組み

東海大学は、昭和31年に工学部応用理学科原子力工学専攻を設置して本邦初の原子力教育を開始し、12名の第1期生を皮切りに、以来50年以上にわたり3,700余名の原子力技術者を輩出してきた。昭和31年は原子力基本法の成立した翌年であり、日本原子力研究所創立の1年前になる。我が国で最初に原子力教育を開始できた理由には、前述の原子力基本法の制定や、科学技術庁の設立に尽力した本学創設者の松前重義博士の存在があることはいふまでもない。しかし、1979年のスリーマイルアイランドや1986年のチェルノブイリなどでの事故もあって、ここ数十年ほどは、我が国のみならず、世界中の学生の「原子力」離れが進み、相次いで「原子力工学」に関連する学科が大学から消滅していった。東海大学も例外ではなく、2000年の原子力工学科の学生募集を最後に、原子力教育は徐々に後退せざるを得なかった。そして、原子力に留まらずにより広範にエネルギー問題を解決するために、2001年度には応用理学科エネルギー工学専攻を新設し、さらには2006年度よりエネルギー工学科として再スタートした経緯があった。しかし、新エネルギーを学ぼうとする受験生に対して科目構成が原子力を重点としていることや、原子力技術者を求める社会要請とのミス

マッチが見られるようになり、一たん廃した「原子力工学科」の名称を復活させることになった。

II. 原子力人材育成への取組みの再出発

1. 学生の動向

最近の石油資源の制約や地球温暖化の顕在化から原子力利用の機運が再び上昇しつつあるが、原子力の利用拡大には安全確保が大前提となることは間違いない。ところが、原子力産業に関わる人材の高齢化によって、いわゆる「団塊の世代」の大量定年による高度技術者の枯渇は憂慮すべき事態となりつつある。そしてこれに対して、「原子力立国計画」に見られるように、国家戦略として原子力の再活性化を目指した議論が活発に行われる現状となっている。

このように、社会が原子力に対する深い専門性を有する人材を求める一方で、より広範にエネルギー問題を解決するために設置されたエネルギー工学科のカリキュラムでは、「資源・環境保全」や「材料開発」などを加えながら、エネルギー学一般を理解することに重点が置かれているため、限られた時限数の中では原子力への専門性の深さが犠牲にされていたことは否めない。

第1図は毎年の新入生にアンケートをとった結果の一つであり、原子力あるいは放射線に関する興味があるかという問に対する答えの変化を示したものである。明らかに、ここ数年、原子力あるいは放射線に関する興味を示すか、あるいは拒否反応を持たない新生が増えており、今年度は75%にも及び、我々教員も驚いている。一方、第2図は卒業生の就職動向を示したもので、原子力関連企業への就職割合の変化を示す。ここ数年、原子力

Education of Nuclear Engineering in Tokai University Survives and Revives—Challenge for Encouragement to Master of Nuclear Engineers: Toshiaki OHE, Noriko ASANUMA, Naoyuki TAKAKI, Shigeo YOSHIDA.

(2009年 3月13日 受理)

第1図 原子力・放射線分野に対する興味がある新入生の割合

第2図 原子力関連企業への卒業生の就職割合

関連企業へ就職している学生は僅か30%程度しかいないことがわかる。これでは、今後、社会に貢献できる人材育成の観点からは大学の責務を十分果たせない懸念がある。そこで、当学のこれまでの資産を生かしつつ、社会の要請にも応えるものとして、2008年度にエネルギー工学科の中に「原子力技術者の養成」を明確に打ち出した「原子力技術コース」を設置し、原子力教育の重点化に着手したところである。

2. 原子力技術コース

このコースでは卒業よりも高いレベルを要求している。第3図に示すコースの概要からわかるように、学士の取得条件である124単位を習得すれば卒業はできるが、これだけではコースの修了要件を満たさず、原子炉物理など指定科目40単位(うち必修26単位)の取得、放射線取扱主任者試験の1次試験合格、という高いハードルを設定している。そのため、コースのカリキュラムは次の3点を重視した構成となっている。

- (1) 原子炉物理等の強化： 原子力工学教育の骨格ともいえる「原子炉物理」, 「原子炉工学」, 「核燃料サイクル」に関わる科目を新設し、強化した。
- (2) 資格の取得支援： 第1種, 第2種放射線取扱主任者試験の合格を支援するため、演習に力点を置いた講義科目を設けた。
- (3) 実習の重視： 原子炉実習, 非密封線源実験など

第3図 原子力技術コースの概要

の実習を加え、体験を重視した。

原子力技術コースは開設したばかりであり、即効性のある策ではないが、初年度の放射線取扱主任者試験では、第1種試験および第2種試験の合格率はおおの、60%と55%といずれも全国平均¹⁾(前者は34%, 後者は38%)をはるかに上回る実績を上げている。本コースは今の3年次生から適用されているが、2009年度には第1期生として10名程度のコース修了生が輩出できる見込みである。

3. 原子力人材育成プログラム

2007年度から経済産業省／文部科学省が開始した公募事業「原子力人材育成プログラム」では、「チャレンジ原子力体験プログラム」(2007年度), 「原子力研究促進プログラム」(2007, 2008年度), 「原子力コア人材育成プログラム」(2008年度)の分野で提案が採択された。2007年度実施したプログラムのうち、前者は原子炉での実験を学生自ら企画・実施するもので、第4図はその実験風景の一コマである。原子炉を持たない我々が実際に原子炉で実験するノウハウを養う上で大いに参考になった。そして2008年3月の原子力学会では、プログラムに参加した学生が堂々と成果報告^{2,3)}している。また、後者は国家試験の第1種放射線取扱主任者の資格取得を目的としたもので、前述の主任者試験の合格率の高さからもプログラムの有効性がはっきりと認められる。そこで、2008年度はこのプログラム内容を「原子力技術コース」の中に組み

第4図 東京大学弥生炉を用いた学生提案試験の模様
DNA マーカーを用いたファントム内中性子線場の評価の照射試料の準備風景

込み、通常の講義のカリキュラムにはほぼそのまま採用している。

原子力人材育成プログラムは、正規の授業時間割に組み込まれないので、講義とはまったく別の時間帯で実施せざるを得ず、教員も学生も夜遅くまで大変な苦勞をしたが、当初の予想をはるかに超えた実効的な結果を得たと自信を持っている。

4. スケールメリットを生かした調査分析

2008年度は「ゆとり教育」のなかで育った大学初年次の学生に原子力への興味を持たせるための方法を具体的に探る活動として「原子力コア人材育成プログラム」を活用している。東海大学は、幼稚園から大学院までを全国に展開する総合学園であるという特徴を生かして、学園の初等・中等教育部門の全面的支援のもとで、付属高校での理科教育カリキュラムの現状を高校の教員とともに分析しながら、高校の段階まで振り返って、原子力への興味を呼び起こすためには何が欠けているかを探っている。この分析結果は、後述する2010年度「原子力工学科」の初年次教育カリキュラムにも反映する予定である。また、入口となる高校の分析とともに、出口である卒業生への訪問調査も同時に行い、実際に役立った大学の講義や、卒業時に不足していた知識、今後、必要となる専門知識、などの聞き取りを行っている。これも、様々な分野に、様々な年齢層の卒業生を輩出してきた長い歴史資産のおかげであるといえる。

5. アジア諸国の人材育成

「原子力人材育成プログラム」とは別に、経済産業省の「アジア人財資金構想」という公募事業にも、大学と原子力関連企業との産学連携活動として提案が採択された。これは、タイ、ベトナム、インドネシア、モンゴル、ウズベキスタンなどのアジア地域から留学生を募り、日本の原子力技術を日本語で教育し、日本企業への就業を目指すというもので、原子力関連企業の全面的な支援を頂きつつ、原子力工学の専門教育は大学院修士課程の応用理学専攻で分担する。2008年10月には第1期生として日本語教育を修了した1名が修士課程に入学し、2009年度4月からは現在、日本語教育を受けている4名が入学予定、2009年度も10名近くを受け入れることになっている。留学生は総じて勉強熱心で、日本語というハンディキャップを跳ね除けるだけの高いモチベーションがあるので、今後の成長が楽しみである。このように、東海大学は国内の原子力教育の復活だけでなく、国際的な底辺の拡大にも積極的にかかわっている。

6. 「原子力マイスター」を目指すPR活動

「原子力技術コース」の開設といっても、残念ながら受験を考えている高校生にはまだ浸透しているとはいえない

い。原子力復興とはいえ、受験生の数や入学者の数は伸び悩んでいるのが現状で、高校へのPR活動は欠かせない。そのため、手始めとして、学園内の付属高校生へのPR活動を通じて、何を訴えれば関心を持ってもらえるのか、また、高校生だけでなく、その保護者の方が何を心配しているのか、それにどう応えるべきか、などを探りながら活動を行っている。

付属高校だけでなく、全国の多くの高校に向かってPRを展開しなければならないと考えているが、日本全国の高校をくまなくめぐらせることは事実上困難であるので、在学生のいる高校、原子力施設所在地の高校をターゲットに、2008年度初めには1,800部強のダイレクトメールを送付した。これは、前年度に行った試行において入学者の出身高校の約7割がダイレクトメールの送付先であったという事実によっている。その際、ダイレクトメールに何かインパクトのあるキャッチフレーズが欲しいと考えてPR用のパンフレットに謳ったのが、冒頭の「原子力マイスター」である。「原子力技術者」として恥ずかしくない実力を持った学生を育てることが重要であり、スマートさよりも地道に仕事ができる人材を目指すことに力を込めて「マイスター」とした。

Ⅲ. 原子力工学科の再出発

「原子力技術コース」は順調にスタートしたが、現行のエネルギー工学科としての活動であるため、学科の設立目的にある総合的エネルギー教育の枠内で原子力に特化するには時間的制約が多く、まだまだ不十分なことは否めない。そこで、原子力高度技術者養成を目標として、2010年を目標に「原子力工学科」に名称変更し、教育を加速することを目指すこととなった。本章では、「原子力工学科」(予定)に向けての検討状況について報告する。

1. カリキュラムの作成

過去の様々な努力にもかかわらず、東海大学には教育用の原子炉がないため、どうしても、原子炉の教育よりも放射線利用の分野に力を入れる傾向があった。そこで、原子炉物理の専任教員を新たに迎え、原子炉と放射線利用の科目比率がほぼ同じになるようにした。そして、原子力高度技術者養成に特化するという目標に対して、以下の3分野を骨格として、講義、実習科目を作成している。

- ・原子炉工学分野(現在の原子力技術コースを拡大)
- ・放射線応用分野(放射線の医用、工業への利用)
- ・エネルギー応用分野(原子力に関連した材料開発)

また、卒業後、第一線で即戦力となるよう、資格取得を配慮して講義の配置を工夫している。特に、第1種、第2種放射線取扱主任者試験の合格を積極的に支援し、資格取得した場合には大幅に単位認定(前者8単位、後者4単位)して学生にとっても受験のメリットを実感で

きるようにした。

一方、開講科目数が増加すると、学生が受講科目を絞り込むのが困難になるばかりでなく、学習指導も散漫になる恐れがある。そこで、総花的なカリキュラム構成を改め、開講科目を必要最小限度としつつ、かつ上記3分野が満たされるように、主専攻の開講科目数を全163単位(教職の一部、共通科目を除く)とした。第1表にこの3分野の科目を示す。

カリキュラムの年次展開としては、初年次教育において、なぜ、その科目が必要となるのかという重要性を把握させるための入門科目(原子力入門、放射線入門)を配置するとともに、基礎学力の構築に重点をおいて従来の理数系科目を整備し直して、個々人の未理解箇所をなくすための工夫を行った。高年次生に対しては、卒業後、社会の第一線で即戦力となるよう、「放射線取扱主任者試験」、「技術士 原子力・放射線部門」などの資格取得を促進するよう、上記の試験に十分対応できる学力を確保できるように科目を配置した。このような構成に対して、新たに設置した科目は、「エネルギーシステム概論」、「フロントエンド工学」、「再処理化学」、「バックエンド工学」、「原子炉実験・演習」の4科目であり、既存の一部の科目については講義内容をより明確にするために科目名称の変更を行った。また、類似科目は統廃合してスリム化することとし、環境に関する科目は思い切って削除した。

第1表 主な開講科目(名称など予定)

原子炉工学	エネルギー応用
原子力入門	エネルギー文明論
核反応物理	エネルギーシステム概論
原子炉物理	資源・エネルギー論
原子炉物理演習	エネルギーと物質の移動
原子炉工学	核融合入門
原子炉工学演習	エネルギー材料物理
原子炉材料	エネルギー物性科学
核燃料	エネルギー変換工学
原子力安全工学	
原子力プラント	実験・実習
フロントエンド工学	物理学実験(コンピュータ活用を含む)
再処理化学	化学実験(コンピュータ活用を含む)
バックエンド工学	問題発見演習1
	問題発見演習2
放射線応用	核燃料サイクル演習1
放射線入門	核燃料サイクル演習2
放射線の基礎科学	原子力工学実験1
放射線計測物理	原子力工学実験2
放射線分析科学	原子炉実験・演習
放射線医用工学	総合研究1
放射線生物科学	総合研究2
放射線防護の基礎	卒業研究1
放射線管理技術	卒業研究2

2. 科目の連続性・整合性

「原子力技術コース」開設に向けての検討は2006年ごろから開始した。その後から「原子力工学科」名称変更に至るまでに十分な時間があつたわけではないが、多忙な講義の時間をやりくりしながら、少しずつカリキュラムの骨格を形成していった。一方、議論の中で、様々なことが失われていたことにも気付かされた。例えば、テキストの問題がある。我々が勉強したテキストの多くは現在入手が困難であるし、これから入学してくる新入生にこれらテキストは難解すぎて、理解が深まるどころではない。そこで、カリキュラム作成においては、実際に入手可能な書籍から、核となる標準的なテキストを決め、それに過不足がないかを検討することから始めた。そのテキストの記載内容が高度であれば、その講義の前の学期において関連科目で説明がなされていることが必要であり、これによって講義科目の年次展開が決まってくる。学科の歴史が長いと、おのおのの講義科目の相互の関連に対する意識が薄れてきて、必要な知識を誰も説明せず、逆に、同じことが複数の講義で何度も説明されるという非効率的なことが起こる。このような科目間の整合・不整合のチェックは常に行わなければならない。

3. 初年次導入教育

ところで、高校における理数教科目の教科書を調べて見ると、第5図に示すような面白い傾向が見られた。これは教職課程を履修している学科学生の調査・分析結果の一つで、放射線を勉強する入門的なテキストとして「初級放射線」⁴⁾を取り上げ、この中にゴシック体で強調されているキーワード(原子核、半減期など)が、同様の教科書のキーワードとどれくらい一致しているかを数量化したもので、キーワードの多くが理科Ⅱ、化学Ⅰの教科書に記載されていることがわかる。しかし、高校教員へのインタビューや、入試問題の分析から、それらが入試問題に出る確率は極めて低いので、高校で教える優先順位が下がらざるを得ないこともわかった。このことは、

第5図 高校の教科書と放射線テキストに現れるキーワードの一致率

第6図 原子力工学科およびエネルギー工学専攻の卒業生数

高校の理数系科目の補習を目的とした工学系一般のレメディアル教育とは違った視点で、原子力に特化するためには、これらの科目の補強をしていかなければ、かつての初年次教育のレベルに達することも難しいということであり、初年次教育に対する原子力導入テキストの準備や、講義の展開などの具体的姿を見直さなければならない、など、我々の当初の想定にほころびが見えることになった。現在、これらに対する微修正を推進中である。

Ⅳ. おわりに

東海大学の原子力教育は、第6図に示すように、これまでに3,700名以上の人材を輩出しており、今回の原子力工学科の再活動に関しても、卒業生が組織するOB会から活性化に向けたアイデアを頂戴している。冒頭でも述べたように、我々は原子力技術者の養成を第一の目的としており、実際に学んだことが技術としてどのように生かされているのか、実社会とのかかわりを実感して学ぶことは極めて大きな意味を持つと考えている。カリキュラムには、このような取組みを可能とする枠をあらかじめ用意してあり、どの年次の学生に実施すれば効果的か試行錯誤を行って、学生には「原子力マイスター」の意味合いを感じ取ってもらえるよう、地に足のついた教育を展開するつもりである。

ここまで行ってきた原子力技術コースの導入、原子力工学科への名称変更は、原子力教育の再活性化の目標にとって一つの通過点に過ぎない。「ゆとり教育」に対する強い危機感から、ともすれば入学する学生の側の問題のみを強調過ぎてしまうが、我々にとっては、10年間のブランクを埋める新たな挑戦であり、紙に書いたカリキュラムを実際に動かし実効を上げるためには、学科教員が目的意識を共有し、「原子力マイスター」育成という基本軸をぶれさせないことが最も大切なことであると認識している。原子力工学科の再生は、執筆した4名以外の東海大学エネルギー工学科の伊藤、内田、内海、岡本、

松村を含む教員全員が取り組んできた挑戦であり、本解説は代表して4名が取りまとめたものであることを改めて申し上げたい。

—参考資料—

- 1) 日本アイソトープ協会, *Isotope News*, 12[656], 46 (2008).
- 2) 立部洋介, 齊藤達也, 鈴木 将, 平 勝良, 高瀬信宏, 高橋 悠, 伊藤 敦, 吉田茂生, “原子力試験研究プロジェクトの体験型マネジメントプログラム(SWEEP); (2) DNA マーカーを用いたファントム内中性子線場の評価—線量評価”, 原子力学会「2008年春の年会」, N 45, (2008).
- 3) 高瀬信宏, 平 勝良, 高橋 悠, 鈴木 将, 齊藤達也, 立部洋介, 伊藤 敦, 吉田茂生, “原子力試験研究プロジェクトの体験型マネジメントプログラム(SWEEP); (3) DNA マーカーを用いたファントム内中性子線場の評価—損傷評価”, 原子力学会「2008年春の年会」, N 46, (2008).
- 4) 飯田博美編著, 初級放射線, 第7版, 通商産業研究社, (2005).

著 者 紹 介

大江俊昭(おおえ・としあき)

東海大学
(専門分野)廃棄物環境科学, 放射性廃棄物の地層処分の安全性評価

浅沼徳子(あさぬま・のりこ)

東海大学
(専門分野)放射化学, 核燃料再処理・廃棄物処理

高木直行(たかき・なおゆき)

東海大学
(専門分野)原子炉物理, 炉心設計, 核変換技術, 炉型戦略

吉田茂生(よしだ・しげお)

東海大学
(専門分野)放射線計測学, 放射線の挙動・影響と有効利用に関する研究