

核融合工学部会セッション

核融合理工学分野の教育と人材育成

Education and human resources development in the field of fusion engineering and science

(1) 大学での核融合理工学教育と人材育成への期待

(2) 企業からの核融合理工学教育と人材育成への期待

(3) 原子力工学分野での教育と人材育成

(1) Expectation of education and human resources in fusion engineering and science in universities

(2) Expectation of education and human resources in fusion engineering and science in companies

(3) Present status of education and human resources in nuclear engineering

*大野哲靖¹, *尾崎 章², *藤本 望³, 深田 智³¹名古屋大学, ²東芝エネルギーシステムズ, ³九州大学

1. 部会セッション企画の背景と発表者紹介

平成 29 年 12 月核融合科学技術委員会が、「核融合原型炉研究開発の推進に向けて」をとりまとめ、付随して「原型炉開発に向けたアクションプラン」と「項目別解説」を策定し、ITER 運転開始の開発優先度やマイルストーン等総合的開発行程、戦略的ロードマップを取りまとめた。この開発・研究の実証には、最低でも 10 年以上にわたる長期の核融合研究の継続が必要である。産業界、研究機関、大学に各役割が果たされており、オールジャパン体制で支えるためには、長期視野の洞察が必須である。核融合研究分野は、総合工学の一分野をなし、自己点火核燃焼プラズマの閉じ込め物理制御から、超伝導工学、プラズマ計測、ダイバータ先進材料、第一壁の熱・放射線照射過酷条件での高融点材料の健全性、燃料トリチウムの増殖と精製、安全管理を遵守した閉じ込め管理等多岐にわたる分野を総合した俯瞰力や専門力が必要である。その一方で人材を輩出する大学側において、いわゆる核融合学科・大学院はなく、理学部では物理、化学、生物等の専門領域、工学部では電気、機械、原子力（核）、材料工学等の多様な専門分野・視野での研究に支えられている。

上に述べた開発研究戦略で考えると、少なくとも 21 世紀中葉までの原型炉から遠く商業炉に至る研究開発が暗黙の了解のもとにある。この長期の核融合研究を支えるためには、人材育成が必要不可欠からざる状況で、産官学の協力体制が必須であり、要求される人材を育成するシステムを構築する必要がある。一方、原子力工学分野では 1960 年代から長期の人材育成が行われて来っており、今回原子力学会の部会セッションの場で、核融合理工学分野の教育と人材育成のための効果的手段について議論を深め、原子力・核分裂工学分野でさまざまな取り組みがなされている状況を踏まえながら、長期の人材育成に必要な事を先ず考えて行きたい。今回の部会セッションには、核融合科学技術委員会において、主査代理を勤め、人材育成方策について議論を主導されている名古屋大学大学院工学研究科大野哲靖教授、核融合原型炉、ITER、JT60SA の設計経験を通し人材育成の視点について造詣が深い東芝エネルギーシステムズの尾崎章氏に、核融合分野からの今後の人材育成について必要な事を示唆いただく。そして九州大学大学院工学研究院エネルギー量子工学専攻で原子力分野の大学院教育を続けるとともに、平成 29 年度原子力人材育成事業において「多角的思考力の養成と規制を加味した九州大学原子力カリキュラムの充実」を代表している藤本望教授に教育内容について説明をいただき、同じ高エネルギー粒子の核分裂と核融合の共通点を認識して、学会の場で議論を計画するものである。

核融合人材のポテンシャル

核融合炉システムを代表とする**総合理工学分野**を牽引する人材を育成● 横断的分野に対応できる確実な**基礎力**● 研究課題を解決する卓越した**専門力**● 巨大で複雑なシステムを的確に把握する**俯瞰力**● 国際協力においてプロジェクトを遂行できる**国際共創力**● 安全で安心な巨大・複雑システムを構築できる**システム統合力**

核融合分野の人は、核融合の研究開発にとどまらず、様々な分野・領域で活躍できる高いポテンシャルを有する。
(核融合フォーラム 松浦聡晴官 資料より)

ITERで働くためにどんな資質が必要？(核融合エネルギーフォーラムパネルディスカッションより)
機器・装置の設計・施工・組立、サイト建設、プロジェクト管理等の分野では実社会で経験を積むことも重要
英語での議論、書類の読み方、書類のまとめ方等の技術が重要
あらゆるプレッシャーに負けずに英語で話の出来る柔軟性
計算(解析)も得意な方がより理想的

第 13 回核融合科学技術委員会資料¹⁾より

2. セッションでの議論の内容

原子力工学分野の中でも、特に本部会企画セッションに関わる核融合工学分野は、総合工学の特徴が顕著であり、物理、化学、材料等の基礎科学の基盤の上に機械、電気、原子核工学等多くの工学技術分野を横断し専門知識を集約し、最新の研究成果を反映させる力とともに、システム全体が俯瞰できる総合力を必要としている。核融合工学の目標の一つに新しい自立エネルギー発生装置が技術的に可能である事を立証することにあるが、極高温プラズマ状態、中性子やガンマ線の高い照射状態で高エネルギー粒子閉じ込めを維持し、放射性トリチウムの高い安全処理管理技術を、期待される期限までに確立する必要がある。ITER 運転開始の 2025 年から本格的 DT 実験が実施される 2035 年、さらに今後検討が深まる DEMO 炉から商業炉に繋がる核融合炉の研究開発過程は、遠く見えながらも着実な発展と進歩を必要としている。

以上の核融合工学分野の状況把握の上に立ち、各研究開発分野でこれまで達成された最新技術の蓄積、継承のみならず、AI を始めとした革新的技術等の新規成果の導入、国際共同研究を実行する競争力やシステムを統合する知識や経験が技術者や研究者には必須である。そのためにも ITER を始めとした国際研究交流が必要であり、総合的な核融合工学教育の実施と技術者育成システム構築は必須の項目となっている。しかしながら現在核融合工学を表看板に示す大学はなく、既往の基礎科学や工学を学んだ技術者・研究者が各専門知識に基づいて、核融合工学の新たな基盤を作り、技術研究成果を積み上げている状況であり、今後はこの方式が成功するかどうか、あるいは最善の方策かどうかの保障はない。特に総合力・俯瞰力を専門的に養う核融合工学の共通基盤の育成は各個人の自己努力に期待されている状況と思われる。

本企画セッションでは、核融合工学分野に関連する大学、研究所における現在の技術者や研究者への教育と人材育成のためのシステム現状紹介を始めとし、核融合工学に関する教科書や副読本の紹介、研究者間の情報交換のためすでに取りられている方策、さらに現在抱えている課題、要請の現状を報告していただき、将来核融合工学分野に必要な人材育成や技術者教育のあり方を議論し知識共有するとともに、課題克服のための方針について議論し、核融合工学分野の発展に寄与したいと考えている。セッションでは、大学・研究所・企業からそれぞれ核融合工学分野の人材育成や教育活動に関わる報告をおこなっていただくとともに、すでに総合工学として原子力分野で人材育成をおこなって来た大学の例を参考にし、共通の認識を通じて、長期の教育と人材育成システム構築を目指すための手始めとして、本企画セッションを実施する。

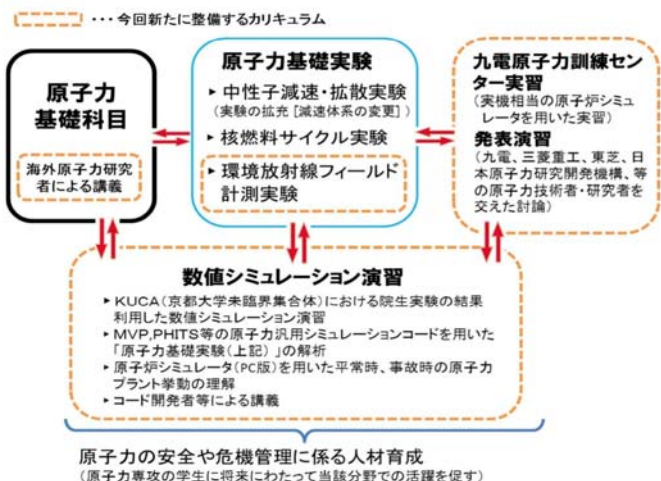
引用資料：(1) http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/074/shiryo/1405518.htm

研究者・技術者の状況

○総括表（総数：548人）



会議資料(1)より引用



原子力人材育成事業で実施している演習・教育・実験