

新任教員紹介

エネルギー工学科・准教授 高木直行

略歴

- 1963.9 広島県生まれ
- 1987.3 神戸商船大学 商船学部 原子動力学科卒業
- 1989.3 東京工業大学 理工学研究科 原子核工学専攻 修士課程修了
- 1992.3 東京工業大学 理工学研究科 原子核工学専攻 博士課程修了
- 1992.4 東京電力入社 柏崎刈羽原子力発電所 発電課
- 1992.9 東京電力 技術開発本部 原子力研究所
- 1999.2 日本原子力発電 高速炉開発部 安全・炉心 Gr (出向)
- 1999.7 核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター 炉心燃料 Gr (出向)
- 2004.4 東京工業大学 原子炉工学研究所 特任准教授 (兼務, 2008年3月まで)
- 2004.7 核物質管理センター 開発部 (出向)
- 2006.7 東京電力 原子力技術品質安全部 将来構想 Gr
- 2007.4 東京電力 原子力設備管理部 原子炉安全技術 Gr
- 2008.4 現職



担当科目

原子炉物理Ⅰ・Ⅱ、原子物理、核燃料サイクル演習、エネルギー工学入門、原子エネルギーシステム、原子炉実験など

研究活動内容

【研究・職務経歴】

大学院時代から現在まで一貫して、新型原子炉や先進的燃料サイクルに関する研究開発に従事してきた。東京電力に勤務した16年間の内、約半分の期間は出向/兼務というかたちで社外の研究開発機関で過ごし、高速増殖炉(FBR)の炉心設計や先進サイクルに関する解析・設計業務を行った。東電に籍を置きながらも多様な組織と業務を経験できたことは、一原子力技術者としての視野を広げ、立体的に物事を捉えることに役立ったと実感している。

出向解除となり、東電の本店に戻ってからは、FBR サイクル関連業務のみならず軽水炉開発にも関与し、METI、他電力や大手メーカーの方々とともに、より近い将来(といっても2030年頃)の実用化を目指した日本型次世代軽水炉開発の立ち上げを担当した。環境問題や原油高を受け世界が原子力の再評価をする中、日本発の軽水炉を世界標準炉にしようと、国と民間が共同で8カ年、600億円を投じるプロジェクトを今年度からスタートさせた。この立ち上げ業務に没頭していた頃、タクシー帰りが幾晩も続く疲労感の中にも充実感が感じられ明日への活力となったことは記憶に新しい。

こうした新型炉開発業務の傍ら、2004年から4年間は、東工大原子炉工学研究所のCOE21世紀プログラム「世界の持続的発展を支える革新的原子力」に特任教官として参画し、院生らとともに、現在主流の軽水炉技術をベースとしたトリウム燃料水冷却増殖炉の研究や、U濃縮や再処理が不要な革新的高速炉概念(CANDLE炉)の工学的成立性検討を行った。

一口に新型炉、将来炉の開発と言っても、企業と大学ではそ

の用語の意味するところは大きく異なる。同時並行的にその両組織に携わることで痛感したこのギャップは、人々・社会が期待するエネルギーシステム像について改めて考え直すきっかけとなった。

思い起こせば、東電に入社して3年が経過したばかりの1995年にFBR原型炉である「もんじゅ」がNa漏れを起こし、電力会社共同で建設を予定していた高速増殖実証炉計画が白紙に戻された。電力内のFBR技術者としては、登りかけていたハシゴをはずされたような状況となったが、結果的にその後の10年間は、研究機関・電力・メーカーが基本に立ち回り協同して、将来の原子力に求められる要件・性能の洗い出しや多様なFBR概念の再評価を行う時間猶予が得られた。1999年度から2005年度に電力を含むオールジャパン体制で行われた「FBRサイクル実用化戦略調査研究」は、今後の原子力開発にブレのない目標設定を行う上でも有益であったし、私個人としてはメーカー技術者らと机を並べて設計業務を行うことが技術者魂を揺さぶる刺激となり、仕事に対する自らの姿勢を再認識する貴重な体験となった。

米スリーマイルや露チェルノブイリ、日本ではJCO臨界事故、東電不祥事など、原子力の闇の部分があるが、新聞を賑わす事例は枚挙にいとまがないが、一方で、地球環境や化石資源を守りつつ持続的発展を目指す方向に世界が舵を切り始めた昨今、原子力の社会認識は変容しつつある。2010年の本学原子力工学科復活は、将来の社会ニーズを見越して使命を果たそうとする大学の具体的アクションだ。重厚長大な産業故動きは緩慢だが、着実に進化を続ける原子力業界は多くの若い技術者

を欲している。持続可能社会の扉を拓く原子力技術者育成に幾ばくかでも私の経験を役立てられれば幸いである。

【現在の研究活動内容】

核分裂連鎖反応を安定に制御しエネルギーを取り出す装置である原子炉には、高い安全性と信頼性が要求されることは勿論のこと、環境と調和しながら長期にわたりエネルギーを供給するための環境保全性や資源有効利用性が求められる。

非化石エネルギー源である原子力を長期にわたって利用するには、核分裂資源の利用効率を飛躍的に高める増殖炉と、燃料リサイクルを行うためのサイクル技術の実用化が必要であるが、こうした原子炉や燃料サイクル施設内では多くの核物質を取り扱うため、それらが平和目的以外に転用されることのないよう、核不拡散に対する配慮が不可欠となる。

また原子炉でのエネルギー生産プロセスでは、地球温暖化をもたらすCO₂など温室効果ガスの生成はないものの、一方で天然には存在しなかった極めて半減期の長い放射性物質が生成される。高速炉の余剰中性子を用いて長寿命核種を安定核種に変換する核変換技術は、放射性廃棄物問題を軽減する一つの技術的方策と期待される。

当研究室では、将来の社会を支える原子力に要求される①資源、②環境、③安全、④核不拡散、そして⑤社会受容性といった性能・能力を備えた原子力システムを、主として原子炉物理の観点から検討する。これらを実施する上では、前節に記した企業での経験を基として、研究の方針を大きく三つ定めている。

1. 資源/環境/安全/核不拡散/社会受容性といった総合的観点において望ましい核分裂エネルギーの利用体系を追求する。
2. これを実践する上では、単に炉心技術の観点のみでなく、燃料製造・再処理やバックエンドを含む、核エネルギーシステム全体を俯瞰する視点を重視する。
3. また基礎・基盤的な研究のみに偏向することなく、技術的な実現可能性や経済性にも配慮し、アカデミアと産業界の価値観をバランスよく取り入れた研究を志向する。

具体的な研究テーマとしては、①新型炉の炉心設計、②放射性廃棄物の核変換技術、③炉型戦略、④トリウムサイクル増殖炉、⑤核拡散抵抗性の高い原子力システム等を考えている。

①「新型炉の炉心設計」では、固有の安全性を有し燃料増殖性能に優れた高速増殖炉心（主として金属燃料炉心）の設計や、天然ウランから自律的に核分裂性物質を生成し燃料濃縮や再処理を不要とする革新的燃焼方式を採用した高速炉心の検討、さらには自ら整合性を有する原子力システム SCNES(Self consistent nuclear energy system)を対象とする。

②「長寿命廃棄物の核変換処理」の研究では、高速炉や熱中中性子炉を用いて効率的に長寿命放射性核種を短寿命/安定核に変換する核変換技術を検討する。長寿命核種としては、U や Pu と同様に高速中性子スペクトル下においては核分裂を生じエネルギー源として利用可能な Np, Am の Minor Actinides の他、エネルギー生産には寄与しないものの 1600 万年の長半減期を有し地層処分後には地下水に溶解して地中を移行

し易いため、現在の固化技術では将来世代に放射線被曝を与える可能性を排除できない I-129 などを対象とする。

③「炉型戦略」では、国内または世界の原子力発電や燃料サイクル施設の導入シナリオを検討する。多様な炉心や燃料サイクル方式の物質諸量評価を通じて、導入すべき原子炉型、再処理方式、リサイクル方式や各々の容量、導入時期を評価する。シナリオ最適化には、エネルギー需要量、資源所用量、廃棄物量、経済性、核不拡散性等の多様なパラメータを考慮する。また炉型戦略研究のさらに基礎的なアプローチとして、自然界で生じる核種の放射崩壊や人工的な核エネルギー利用活動に伴う核反応の平衡状態をマクロ的視点から分析する研究（核平衡社会の研究）も実施する。

④「トリウムサイクル増殖炉」とは、現行の軽水炉プラント技術をベースとした水冷却炉であり、自然界にUよりも豊富に存在するThを燃料とする増殖炉である。Uと異なりThには核分裂性の同位体が存在しないため、これまでTh炉は大規模な開発が行われてこなかったが、核分裂資源の多様化や長寿命核種であるMinor Actinideの効率的な核変換にTh炉が有効に寄与する可能性がある。また何より、産業革命以降人類が慣れ親しんできた水冷却プラントで増殖炉を設計できるならば、炉の運転・保守管理を行う電力会社にとって魅力が大きいと期待される。これまでの研究から、現行の加圧水型軽水炉(PWR)の冷却材を重水に置き換えたTh増殖炉の設計成立条件が明らかになってきている。

⑤「核拡散抵抗性の高い原子力システム」では、炉心技術やサイクル技術自体の本来の特性として高い核拡散抵抗性を備えた原子力システム像を追求する。例えば、消費した以上の核分裂性物質を生産するFBRでは、炉心を取り巻くブランケット領域で生産されるPu組成が極めて高品位のため、FBRを大量導入する時代において核拡散上の懸念が生じる可能性がある。そこで生成されるPu組成を低品位（原子炉級）に調整する技術等を検討する。

当研究室では、このような研究を推進することで、「世に役立ち社会に歓迎される原子力システム」を追求すると同時に、「企業・研究組織が望む活力ある原子力技術者の育成」を図ってゆく。

(研究室 HP : <http://homepage3.nifty.com/actinide-closed-fbr/index.htm>)

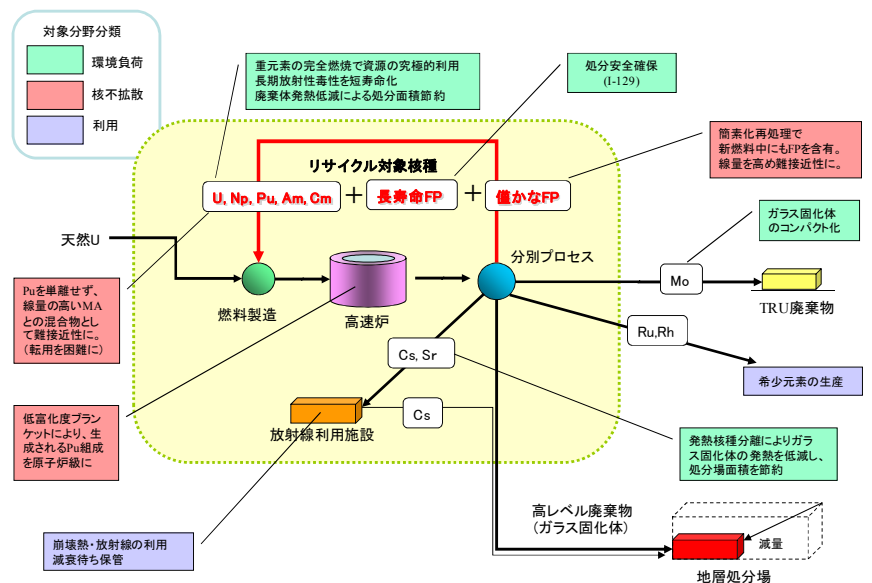


図1 環境負荷や核不拡散に配慮した革新的原子力システム概念の例