

- 1 | 次世代の原子力システム
- 2 | 原子力業界と社会を結ぶーリスクコミュニケーション
- 3 | 原子力の正しい利用を目指して

1 | 次世代の原子力システム

原子炉の仕組みや原子力の将来的な構想について、次世代の原子力システムの研究をされている笠原直人教授にお話を伺いました。先生は動力炉・核燃料開発事業団（現：日本原子力研究開発機構）で高速増殖炉の開発に関わってこられて、現在は東京大学大学院原子力国際専攻で次世代を担う人材の育成に力をいれていらっしゃいます。

Q. 現在の原子炉の仕組みを教えてください。

現在、運転している原子炉のほとんどは軽水炉です。軽水炉はウランの同位体の1つであるU235に中性子をぶつけ、核分裂を起こします。この時、発生する高速中性子をU235の核分裂に適した速度まで減速させるために水が減速材として用いられます。重水素を含み水より密度が高い重水に比

べ、中性子を吸収しやすく減速能が高い軽水が用いられています。また、核分裂で発生した熱が水を水蒸気に変え、タービンを回し発電させます。しかし、U235は天然のウランの中に0.7%しか存在しません。そこで、ウランの他の同位体の有効利用が可能で、さらに放射性廃棄物の削減も期待される高速増殖炉の開発がなされています。



工学系研究科 原子力国際専攻
笠原直人教授

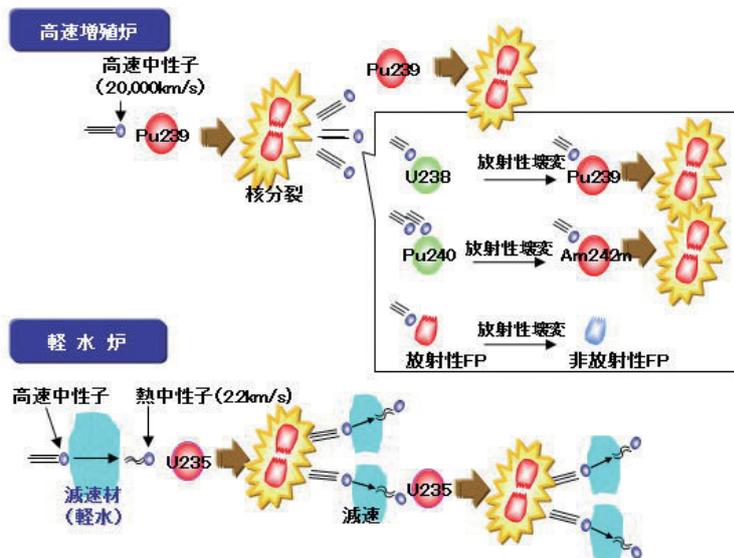


図1：高速増殖炉と軽水炉での核分裂の起こし方の違い

Q. 高速増殖炉とは？

高速増殖炉では、軽水炉の時とは違うウランの同位体U238に対して、秒速20,000km程度の高速度で中性子をぶつけます。U238は放射性壊変によりPu239に変わり、不安定なPu239は容易に核分裂を起こします。この時出る2つ以上の中性子によって、再びU238をPu239に変えることができるので、燃料を増やすことができ、高い燃料利用率を実現しました。(図1)

また、高速中性子が放射性物質にあたることで、放射性壊変が起こり、半減期の短い物質に変わり、比較的短期間で放射能を失うので、

放射性廃棄物の削減にもつながります。

Q. 笠原先生ご自身の研究について教えてください。

原子力システムのエネルギー変換効率は、運転温度を上げるほど向上します。軽水炉の運転温度は300℃程度ですが、次世代のシステムでは500℃以上の高温運転が計画されています。その実用化のための高温構造システムについて研究しています。そこでは原子炉に加わる荷重が大きな問題となっています。

水のように中性子を減速させずに効率良く熱を運ぶ代替の媒体として、高温でも沸騰しない液体金属を用います。液体金属には、水銀や鉛などがありますが、他の金属を腐食しないという点で純粋なナトリウムが用いられています。原子炉に加わる荷重は、外界と隔てる壁面の圧力もありますが、沸点の高い液体金属では、温度変化による体積変化が小さいのであまり大きな原因にはなりません。

Q. では、何が原子炉にとって荷重になるのでしょうか？

冷たいコップに熱いお湯を注ぐと、内側が熱されて膨張しますが、外側は冷やされたままです。外側はもとの形状を保つので、突っ張りあいが起こって、コップの表面は割れます。大きな荷重が繰り返されるとそれと似たことが原子炉でも起こる可能性があるのです。高温だということよりも温度差ができることに問題があると言えます。

ゆっくり温度を上昇させれば問題がありませんが、緊急時のように急に止めなくてはならないことがありますから、そういった熱応力に耐えうるだけの構造を設計する必要があります。

また、応力集中が起こることによって、局部的に荷重がかかります。同じ荷重がかかっても、ものの形状によって変形するときの荷重の大きさは変わります。複雑な

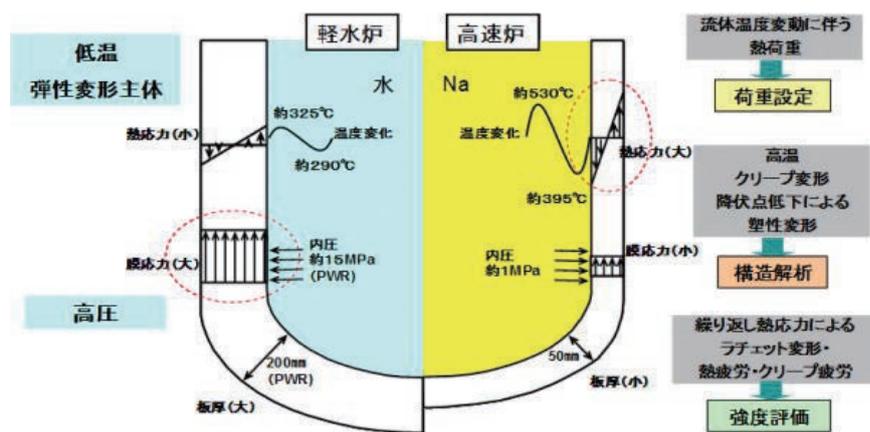


図2：軽水炉と高速炉の荷重のかかり方の違い

形状をした機器の強度を考えなければなりません。

さらに、高温にすることで金属が変形し易くなることも問題になります。あめを高温にすると伸ばすことができます。この現象をクリープ現象と呼びますが、高温になると金属でさえ、クリープ現象が起こります。こうした非弾性変形が繰り返し起こってしまうと、機器が過大変形したり、き裂が生じる可能性があります。

Q. 液体金属を用いることのメリット何ですか？

先ほど述べたように高速増殖炉でウランが放射性壊変するためには、高速の中性子が必要です。液体金属は中性子を減速させない媒体として優れています。

また、燃料と燃料の間が開いていると中性子が通り抜けてしまい、核分裂や核変換の効率が良くありません。逆に密度を大きくし、燃料同士の距離を近づけると核的な特性は良いのですが、今度は熱をうまく逃がせません。液体金属であれば、熱伝達率が高いので、この問題を解決できます。

Q. 研究の一番のやりがいは何ですか？

研究成果が原子炉の規格や設計の基準などに採用され社会貢献につながることです。基準に採用されるまでには、原子炉開発に関わるいろいろな人が審査します。そのうえ、一般の人にも意見をうかがいます。だからこそ、この基準は

信頼に足るものであり、規格の策定に関われることはとても名誉なことだと考えています。

Q. 原子力が今後広がっていくために必要なものとは？

原子力発電の拡大には、電力を大量に得るメリットとそのために払うリスクとのバランスを、ユーザーである国民が自らの問題として考えられることが大事だと思います。

日本では安心に対する要求が強く新技術導入に慎重ですが、高速増殖炉の実用炉が稼動することは将来の電力の安定供給には必須でしょう。世間の理解を得るためには原子力のリスクについてきちんと説明する必要があるでしょう。

Q. 学生へのメッセージをお願いします。

一步高い視点でものを見るのが大事です。自分のやっていること・これからやろうとしていることが本当に役に立つのか、よくよく考えて自分の道を決めると良いでしょう。

規格策定に向けた研究は新たな研究で論文を書くことよりも地味かもしれませんが、長期的には社会貢献を通じた大きな喜びがあります。若いときから、目的を一つ高い目線から見ることを心がけておくと、長い目で見れば、満足の行く結果が得られるかもしれません。

(インタビューアー 西村 知)

2 | 原子力業界と社会を結ぶーリスクコミュニケーション

「原子力」というとこれからのエネルギーとして期待できる一方で、どうしても数々の原発事故を思い出し、恐ろしいエネルギーだと考える人も多いのではないのでしょうか。そこで、原子力と社会の関係を考える原子力社会工学、中でもリスクコミュニケーションを中心に研究なさっている、工学系研究科原子力専攻の木村浩准教授にお話を伺ってきました。

Q. リスクコミュニケーションは、いつ頃出てきた概念なのでしょうか？

リスクコミュニケーションという言葉が日本で初めて使われたのは1988年ですが、本格的に使われ始めてからまだ10~15年くらいしか経っておらず、この概念自体は新しいものです。

昔から原子力はリスクがあるものでしたが、以前は専門家の中でリスクを全部処理して、社会には安全なレベルに達したものを提供していただけでした。ただ、環境問題が報道されるようになり、技術にはリスクがあり、それが社会に影響を及ぼしていると知られてきた中で、リスクがあるなら専門家も知らせる責任があるし、それを社会の側も知る権利があるという流れが出てきました。リスクに関しての情報交換をし、有益であるという理由のみならず、社会から要望を受けて成立する技術にしたい。そのために、リスクコミュニケーションが必要になってきたのです。

Q. なぜ先生はリスクコミュニケーションに注目したのですか？

以前は廃棄物処分の研究をしていましたが、研究者だけで閉じて技術研究していても、社会の声を聞かない限り技術は実現していかないだろうと考え、こういう社会的な話に入って行きました。それこそ最初は世論調査などのアンケートを使って、リスク認知というものがどうなっているのか研究

しました。

Q. 原子力と社会の関係について教えてください。

原子力施設は迷惑施設と呼ばれ、社会からはリスクが非常に高いと思われています。しかし実際は、放射線の検知は確実にできるため、そのリスクは非常に厳密に管理されていて、十分なレベルで安全性を確保されているのです。原子力に対する社会の意識は、こわい、不安だというのが大きい一方で、技術者は安全が確保される技術であると考えています。こういった外部の人と内部の人の認識のずれにより、原子力は社会的に受け入れられにくい技術になっています。ただ、社会が技術のことを全部理解しないと安全にやっているか確認できないシステムは市民や社会に大きな負担がかかります。その負担を軽減するためがあるのが法律です。社会に法律があってそれが遵守されていれば、信頼できるな、安全が確保されているな、と社会は判断できます。そこで、そういう法律をどうやって作るか、という部分まで研究しています。

また、私は、実際に調査として市民と話したり、講師として地域の説明会に行ったりして社会と関わっています。社会に原子力を知ってもらうチャンスを活かそうと努めていて、同時に市民から学びながらフィードバックして研究に取り組んでいく努力をしています。

Q. 原子力を工学部で研究するの



工学系研究科 原子力専攻
木村浩准教授

はなぜですか？

工学は、システム全体を俯瞰しながら、同時に、要素を突き詰めてものを作っていくしなければなりません。社会の成り立ちも同じような側面を持っているので、工学で培われた感覚が社会というシステムを作るときにも大きく効くのです。全体の問題を把握しながら、同時に、コミュニケーションとしてどこを突き詰めていくのか、全体の問題のどこにフィードバックしていくのかを考えていく。そのプロセスは、まさに工学的な感覚が活かせる分野なのです。

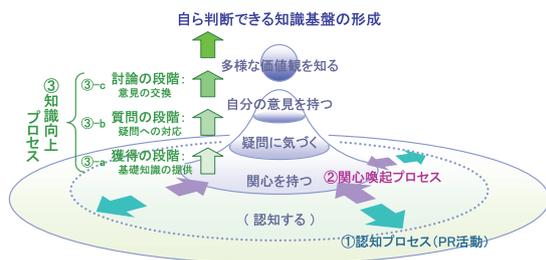
Q. 今後の展望を教えてください。

社会とのコミュニケーションだけではなく、学会などでこの分野の研究者とコミュニケーションをとる場を設計していこうとしています。いろんな分野で点在している研究者をリンクして、その中でコミュニケーションを活発化することによって新たな形で議論していこうと考えています。

Q. 最後に、読者へ一言お願いします。

答えのない問題をどうやって解決するかこそ頭を使うべきなので、そういう問題に直面した時に、逃げないでほしいです。そういうところで逃げなければ解決方法はおのずと見えてきます。

(インタビュアー 大嶽 晴佳)



図：知識涵養のためのコミュニケーションプロセス。人々に問題を認知させ、関心を喚起し、知識を向上させるという3つのプロセスが必要となる。

3 | 原子力の正しい利用を目指して

原子力国際専攻の博士課程1年に在籍中の堀尾健太さんは学内での研究のみならず学外の機関（日本原子力研究開発機構）での共同研究や海外でのインターンシップに積極的に参加されています。いつもの先生方への取材記事とは少し異なりますが、興味深い研究内容だけでなく、進路や大学での勉強方法の参考にもなると思います。

Q. 現在研究されている内容について教えてください。

研究分野を一番わかりやすい単語で表すと「核不拡散」になります。原子力と核は同じ技術を指し、英語ではどちらも nuclear ですが日本語では使い分けられていて原子力が平和利用、核が軍事利用になります。核不拡散とは原子力の技術を軍事転用させないことであり、そのための技術、政策について研究しています。

Q. 核不拡散を研究しようと思われたのはなぜですか？

学部時代のテーマは政策の経済性の評価で原子力の導入による効果を計算で求めていましたが、もう少し国際的なことをやりたいと思い研究グループを変えました。修士の初めには途上国の原子力利用に興味があったのでカンボジアを支援しているNPOの活動に参加したり、オーストリアのウィーンにある国際原子力機関（IAEA）

へ4か月のインターンシップに行ったりしました。その経験があったうえで、原子力利用において最もキーポイントになりかつ自分がサポートできるのが核不拡散であるという結論に至りました。

Q. なぜ博士課程に進まれたのですか？

実は研究者になろうと思って博士課程に進んだわけではないです。これもIAEAでのインターンシップの経験が大きいのですが、欧米と日本とでは博士号取得者に対する評価が大きく異なり、修士だけでは出世できない例もあります。博士号を持っているということはその道のエキスパートとして見てもらえるということであり、国際的に活躍したいのなら必要と考え進学しました。博士課程を修了したらIAEAに再び、今度はスタッフとして行きたいと考えています。

Q. 読者へメッセージをお願いします。



堀尾健太さん
工学系研究科原子力国際専攻
博士課程1年

博士課程進学に関してもっとポジティブに考えてほしいということと、研究に限ったことではありませんが、自分の軸をはっきりと持って欲しいですね。私の場合、テーマを核不拡散に決めた後、どのように携わっていききたいのかを考えました。その時に見えてきたのはやはり自分は原子力技術をしっかりと分かった上で国際政治や政策決定に技術のわかる専門家として関わっていききたいというものでした。軸が決まれば勉強すべき内容も分かってくると思います。また、まずは大学の勉強をしっかりとやることも重要だと思います。これは自分の経験からなのですが、体系的な知識を得て、自分の専門を固めることは学生のうちにしかできないことだと今改めて思っています。

（インタビュアー 伊與木 健太）

広報室から

編集後記

Ttime!37号をお届けします。今回は、「原子力」という、ある意味では皆さんにはあまりなじみのない、しかし現代の生活には欠かせない、縁の下の力持ちのような分野に光を当ててみました。今回登場していただいた先生や学生は、工学系研究科原子力国際専攻に所属しています。原子力国際専攻は平成17年に設立された比較的新しい専攻です。そこでは、原子力技術の開発研究だけでなく、社会や国際に目を向けた取り組みにも力を入れています。「原子力」と聞いてイメージする「工学」とはまったく違うイメージを持ってもらえたら、本号の企画は成功です。いかがでしたか？最後になりましたが、年度初めのお忙しい中、取材にご協力いただいた皆様に心から感謝いたします。



（木村 浩）

（広報アシスタント）

伊與木健太、大嶽 晴佳、大原 寛司、北野 美紗、郷原 浩之、小室 淳史、柴田 明裕、須原 宜史、西村 知、平岡 幹啓、藤島孝太郎

（広報室）

木村 浩（原子力専攻）
中須賀真一（広報室長・航空宇宙工学専攻）

Ttime!

平成 22 年 6 月 21 日 発行
編集・発行 | 東京大学
工学部広報室

無断転載厳禁



この印刷物は、FSC森林認証用紙を使用しています。