

原子力の魅力と課題、大いに議論する

学生
座談会
AFTER

早稲田大学共同原子力専攻の修了生と現役生・進学予定のみなさん

わたしと原子力

山路 これから早稲田大学共同原子力専攻の修了生と現役生、専攻に進学予定の学部生というメンバーで座談会を行います。修了生たちがその後、世の中の変化やご自身のキャリアを経てどんな考え、方の変化があったのか等も含めて、現役の学生と意見交換をしていきたいと思っています。まずは年長順に自己紹介をお願いします。

能重 2018年に修士課程を卒業して、株式会社テプコシステムズに就職しました。主として、事業者さんが考えておられる安全対策は効果的なのか、仮に改善の余地があるのであれば、何処を見直したほうがよいのかといった原子力発電所の安全性の解析・評価をしています。

鈴木 2020年に修士課程を卒業して、総合エンジニアリング企業である日揮ホールディングスのグループ会社に入り、お客さんは原子力事業者や資源エネルギー庁、規制庁などでした。2022年4月から地元福井県にUターンして県庁に勤めています。いまは主として、事業者から得た情報を中立的な立場から記者発表を行い、県民のみなさんの理解につなげていくという仕事をしています。

福田 鈴木君とは同期です。修士

を取得後、博士課程に進学して流体解析の研究をしました。博士取得後は日本原子力研究開発機構に就職、引き続き流体解析手法の研究開発に取り組んでいます。

山路 続いて現役のみなさん、おねがいします。

村本 共同原子力専攻の修士1年です。ことし3月までは早稲田大学先進理工学部物理学科に所属していました。第四世代炉の一つである超臨界圧軽水冷却高速炉（400℃級スーパー高速炉）の

炉心とその燃料の設計の研究に取り組んでいます。

小出 先進理工学部応用物理学科の4年生です。来年4月から共同原子力専攻の修士課程に進学予定ですが、MELCORというシビアアクシデント進展解析コードを用いて、原子炉圧力容器が破損した福島第一原発3号機の燃料デブリの熱状態に着目した研究を行っています。

山路 ありがとうございます。幾つかわたしのほうから質問したいと思います。まずは現役生のみなさんですが、大学入学前にどんなことを経験したのか、考えたのか、それが原子力関係の研究室を、あるいは専攻を進路とする選択につながったのでしょうか。

村本 そもそも物理学科を選んだのは、高校時代に物理科目が面白く感じていたからです。大学3年生時に大学院に進学するか、就職するかで迷いましたが、夏季に原子力分野の某企業の説明会に参加してお話を伺う機会がありました。その時点で、わたしの就活の軸は、これまで物理学科で学んだことが活かせること、社会に影響のある大きな仕事をしたいと

いうことでした。その二つをかなえて、なおかつ幼い頃から日本のエネルギー問題に関心があったので、それがすべて合わさったものが原子力であると説明会で気が付きました。それから原子力に進むことを決め、目指すからには専門性が重要になるため、修士課程に進学してより理解を深めて専門性を高めたいと思いました。

小出 高校生の頃から、世の中の役に立つこと、みんなから必要とされる仕事がしたいという思いの中で、ぼんやりとエネルギー分野には興味がありました。加えて父が原子力系のメーカーに勤めていたこともあり、エネルギー分野の中でも原子力が候補の筆頭にあげられてきて、次第に興味を持ち始め、ネットで調べるうちに原子力Ⅱ総合理工学という文言を見て、学問としても面白そうだと思ったのがきっかけです。

山路 お二人は高校時代、学部生時代に考えたことを軸に共同原子力専攻で学びながら研究しようとしているわけですが、社会人のみなさんは、かつての自分たちも同じような道を辿って進学し、いまのキャリアに至っています。みな

さんの専攻での経験や考えたことは、いまの仕事とどういう関係があるのか、どう活かされているのでしょうか。

能重 専攻では解析コードを用いて、福島第一原子力発電所事故の解析をしていました。具体的には、原子炉の中がどのようになっているのか、事故で溶けてしまった燃料がどのように広がっていくのかといったところを研究していました。当時から「原子炉内がどういう状態なのか、わからない」といった報道がなされていましたが、そうした解析コードをつかって予測や推定ができることを初めて知った時、面白いなと思い、そこに魅力を感じて共同原子力専攻の研究室の門を叩いたという背景があり、大学院を卒業するまでずっとその研究を続けていました。

その後、いまの会社に入り、安全研究や解析をしています。大元になる物理の知識、大学で学んだ熱力学といった類いの知識、専攻に入ってから学んだ原子力に関する基礎知識は、いまの仕事をする上でも根幹をなしていると思います。もちろん解析者としてどのようなことに着目して解析してい

くか、といったところでも役に立っているように感じています。

山路 大学の研究室でやっていたことが、キャリア選択とダイレクトにつながっているように見えますが、どんな思いで進路を決めたのですか。

能重 当時から解析をやっていたので、入社してからこんなことをやるのだらうなというところが、かなり鮮明にイメージしやすくて、きつと安心感もあったのだと思います。

山路 鈴木さんは当時、燃料関係の研究をやっていました。それと就職先は必ずしも直接的に結びつくようには見えませんが、どうでしょうか。

鈴木 最近感じているのは、福井県内の原子力事業者たちと話をしている、燃料や炉心設計に詳しい方は意外と限られているなということ。そこについては共同原子力専攻で3年間学びましたので、自分の強みになっていると思っています。また、炉心設計や燃料設計だけではなく、福島の話や福田君がやっている流体の解析など、幅広くいろいろな学べたこと、それらがすべていまの仕事に役立って



▲左から小出さん、村本さん、山路教授、能重さん、鈴木さん、福田さん

いるように思います。

福井県には稼働中の原発が7基、廃止措置を含めると15基ありますから、幅広く原子力の技術や動向について理解しておく必要があると感じているので、その土台を学生時代に築けたことは良かったと思っています。

山路 ありがとうございます。福田さんは研究者の道を選ばれましたが、どうでしょうか。

福田 博士課程はブレ研究者のようなところがあつて、その3年間で研究者になるための修行をして、当時の研究テーマにはほぼ直結する内容を原子力機構に入ってから継続しているという意味では、博士課程のある特定の時点で研究者という道を選んだ理由というよりも、すでにその流れがあつたというほうがしつくりきます。その中で修士・博士時代からいまでも専門性を磨く、あるいは研究のセンスのなものを磨くといった自己研鑽を重ねているという意識です。

山路 いま過去を振り返ると福田さんのキャリアパスには明確に連続性があるように見えますが、当時は将来を自由に決められる状況にありました。福田さんは当時か

ら博士課程から研究者というパスを描いていたのか、それとも当時はそれほど決まったものではなかったのか、その辺りはどうでしょうか。

福田 修士時代は確かにそうでした。そういう意味ではわたしの場合、修士から博士課程に進んだ時のほうが、博士から原子力機構へ就職しようと決めた時よりも大きなジャンプがあつたかもしれせん。修士の時は、自分の研究者としての力に不安があり、修了後に就職しようかと悩んだこともありましたが、やはり研究が好きだったのだと思います。前回の本誌座談会（2019年No.3号）に参加した時も「研究が好き」と言っていたと思いますが、不安はありつつも、研究に対する情熱がそれを優つたことで、最終的にはこの道でコミットしようとなり、いまに至るという感じです。

原子力の魅力と課題

山路 なかなか好きなことが仕事にできるものではないので、素晴らしいことだと思います。みなさん原子力の世界に入ってから数年以上が経ち、それぞれの道で活躍

されていますが、ふだんの仕事をしながら、原子力はこんなところに魅力がある、あるいはこんなところが課題ではないかと考えていると思います。数年以上の時間スケールを経て、学生時代に考えていた原子力と見え方に違いがあつたりしますか。またそれぞれの仕事で、これは自慢できるといったことがあれば教えてください。

福田 自分が好きな研究の仕事ができてるのは当然のことではないと思っています。先生方のご指導により博士課程を卒業することができたということもありますが、それに加えて、原子力という産業構造にも理由があるように思います。

そうと言うのも、修士時代に先生から「研究者が居なくなったら、原子力の業界は立ち行かなくなる」と言われ、なるほどそうかもしれない、と思つたことがあります。実際、博士を卒業して原子力機構に研究員として採用されたのですが、原子力という一つの分野だけでの国立研究開発法人があり、そこでは数千人規模で研究者や技術者が働いていて、国から安定的な研究開発のための運営費が

交付されているという事実、改めて感銘を受けました。それは先生がおつしやつていたように、原子力業界で基礎研究を行う人たちが絶やされてはいけないということが、国家規模で認識されているからに外なりません。そこまで体制が整っている、そこが原子力の魅力ではないかと思います。学生時代から「そうかもしれない」とぼんやり思っていたことが、実際に働いてみて、本当にそうだと思つたという、見え方の違いがありました。

山路 誰しも社会で働くのであれば、自分の仕事は社会から価値があると認められていることを実感できることが大事だと思います。福田さんは、原子力という分野をしつかりと研究・活動していくことが大事という国のポリシーを、仕事の中で強く感じられているように聞かれました。

鈴木さんは社会に非常に近い行政の仕事をしているので、福田さんとも違う原子力の魅力、あるいは課題を感じることがあると思います。如何でしょうか。

鈴木 高浜1号機が12年ぶりに再稼働するというタイミングで中央

制御室に立ち入らせてもらい、関西電力とメーカーのみなさんが一堂に会して原子炉が起動する瞬間を見届けて、立地地域の行政としても確認するという仕事をしました。その瞬間は、関西電力は発電事業者として、メーカーは原発をつくつたものとして、非常にやりがいを感じられる時だということが、わたしにも強く感じる事ができました。

原子力は総合的な学問であるという話もありましたが、重厚長大なもののづくりの仕事であることも大きな魅力の一つではないかと思っています。また、原発は田舎に立地されていますが、田舎でありながらも国家に大きな貢献ができる点も、大きな魅力ではないかと思っています。

ただ、国に貢献できていることの裏返しでもあります。国にとつてメリットではあるけれど、地元にとつてはなかなかメリットが感じられないということが時々あるようにも感じています。例えば電力市場が自由化する前は、立地地域によつては、自分たちの地域でつくつた電気を自分たちは使えないにも関わらず、事故の影響

は受けてしまうという構造でした。都道府県の業務として放射線の監視と避難計画の策定があり、原子力の最も課題となる部分に直面している自治体ですから、そういう面では緊張感を持って仕事をしているところですよ。

山路 原子力は国として進めるべきことだと言つてやっていますが、それに関わるみなさんすべてがその恩恵を等しく受けているのか、あるいは平等に負担をしているのか、そこは確かにむずかしい課題になつていきます。地元目線でもつとこうしたいとか、こんなふうに変えていきたいとあります。

鈴木 日本にとつて原子力は必要な産業だと思つているので、地元がこうしたいという要望があれば、そこに国や事業者のみなさんが真摯に向き合つていただくことで、そのうちに落としどころが見つかつて、より良い産業になつていくのではないかと思います。国は原発をつくれるし、地元は経済的なメリットなどが得られる、そういう落としどころが見つけられる、お互いに建設的な意見が言い合える対話の場がどんどんできればいいなと思つています。

山路 能重さんは、技術で原子力を支えようという仕事をしているわけですが、魅力や課題についてはどう思いますか。

能重 原子力事業は地元の住民のみなさんと、行政の方々や事業者との相互理解のもとで成り立っていると思ひますが、そういった場面をわたしたちの会社による解析なりで後押しできているのではないか、というところは大きな魅力として感じています。相互理解については正直、学生時代にはあまり理解することができておらず、技術チックなところに目が行つていました。技術の自身のみならず技術が果たす役割は仕事をするようになつて実感するようになりました。

一方で、原子力業界の課題として人材育成であるとか、人材そのものが少なくなつていくと聞く機会が多いのですが、今後はバックエンド側や1Fの廃炉とそれ以外の廃止措置が進んでいくことになりま

運転側と廃止措置の両面でスパンの長い仕事になるわけで、シームレスな人材確保が大きな課題だと仕事をするようになって実感するようになりました。

将来への期待と不安

山路 原子力という同じ分野で働きのながらも、みなさんが魅力を感じているところが異なっており、原子力を技術として見ただけでもだいたい広がりがあるなと思います。それから総合理工学であるが故に、社会的側面も強く出てきている。学生のみなさんは未だそうは多くないかもしれませんが、鈴木さんのように原子力の技術を知人として、地域の住民のみなさんとの相互理解を促進するという仕事もあり、やはり原子力は非常



▲原子力の安全を技術面で支えたいと能重さん

に広い分野にまたがっていて、いろんな要素が絡んでいるなと思いました。

これだけ複雑な技術について相互理解を深めるのは簡単ではないと思います。福田さんのように原子力技術を支える数値流体力学という技術に面白みを感じて、それを研究しようと、それは国からも価値があると認められていて、やりがいもあるというパターンと、能重さんのように直接的に電力事業を進めるための技術的課題に取り組むパターンと、ひと口に技術と言ってもその中味が違うと思います。普段の仕事で、こういう技術が大事であるといった議論をすることはありますか。

能重 むずかしい質問ですね。わたしの仕事は安全解析とか熱流体の解析が多いのですが、他の部署には放射線の線量、リスク評価、炉心設計を専門にしているチームなどがあり、専門とする技術が違う人たちがいます。しかし課題に直面する時には、会社の中でいろんなチームと一緒にやっていきます。そうすることで角度の違う視点や意見が出てくるのだと思います。

山路 先輩たちが考える原子力の魅力は、現役生のみなさんに置き換えると期待になると思いますが、果してそれが期待になっているのか、また先輩たちが課題と考えていることはチャレンジングであり、エキサイティングなことだと思うのか、それとも不安要因になっているのか、どのように感じていますか？

村本 まだ就活を始めたばかりであり、どこに企業に勤めるかが決まっているわけではありませんが、割と原子力業界を考えています。わたしも福田さんと似ていますが、仕事に楽しさを求めているところがあります。原子力の研究をやっている楽しいなと思うところがあるので、同じように楽しいと思える仕事に就きたいと思っています。ただ、原子力業界には楽しそうだという期待がある一方で、不安もあります。国が認めてくれる研究だから予算がつくとか、どんな事業をするにしても立地地域の住民の賛成が必要になるとか、国や社会の影響を強く受けるので、国の方針や社会が大きく変わったときに国から出してもらえない予算が減って仕事が大きく変わる可能性は

あるように思います。そこは仕事として考えた時に不安な点ですが、実際に働いているみなさんはどのように感じてもらえるのですか。

鈴木 村本さんがおっしゃった不安は、福井県としても問題意識を持っており、国として今後の電源構成をどのように考えたらいいかを議論する審議会（総合資源エネルギー調査会基本政策分科会）のメンバーに原子力立地地域を代表して福井県知事が入っています。そういう場などで知事は、原子力の人材育成や投資開発を進めるためには国として原子力の将来像を明確に示すべきと意見しています。

福田 国の政策が変わってしまうと予算額に影響が及ぶというのは、実際そうだと思います。では国のおカネに頼っておらず、純粹に市場原理に依って動いている民間企業が安定なのかというと、そうとも限りません。経済的に回らなくなれば、その分野は廃れていくかもしれません。ですからわたしは村本さんの不安はわかりますが、どの分野ならば絶対に安定しているということは、中々わからない



▲地元福井県にuターンして、原子力の専門知識を活かす鈴木さん

ものだと思います。そうした中で、自分がチャレンジ性と安定性を理解した上で、自分の身を何処に投じるか、その決断をしなくてはならないのだと思います。

能重 不安に感じる心理や考え方は、お二方がおっしゃったことに尽きると思うのですが、もう少し業界全体を見渡してみると、発電所の数に関しては国の政策に依存するのかなと思いますが、一方で動かしていたものはいずれ廃炉になるわけで、その対応であるとか、福島第一原子力発電所に関しては普通の原子炉の廃止措置よりも、もっと長いスパンで研究開発も必要ですし、継続していくこと

社会の変化と原子力の価値

山路 先輩たちと現役のみなさんの間には、多少の世代ギャップがあります。これまでの話でギャップ、あるいは同感することはありましたか。

福田 われわれが将来の進路を決めたのは概ね2017〜2019年頃でしたが、その頃のエネルギー基本計画には「可能な限り原発依存度を低減する」と記載されていました。しかし、2022年にロシアによるウクライナへの侵攻が始まり、世界情勢も激動しましたし、特にエネルギー分野は大きく様相が変わりました。

世の中の変化に対する不安という話が出ましたが、その心理は理解できます。しかし、そこにわれわれが直接コミットできるわけではないので、世の中の変化に一喜一憂はしてしまいますが、それによって自分の仕事のやりがいなどが、大きくぶれてしまわないような進路選択ができるといいなと思っています。そう考えると世の中の変化を理解することは重要ですが、それに左右されない魅力を見

つけて、自分が楽しいと思えるような仕事にできたら理想的だと思います。

山路 能重さんのお仕事は、割と世の中の変化による影響を受けやすいように思いますが、どう思いますか。

能重 世の中の変化を踏まえた個別の発電所の課題解決に関する仕事が多いので、それがどんどん移り変わっていくと、その発電所を通じて自身の仕事と社会がつながっているんだということが感じられます。それは仕事を始める前まではわからないことでした。最近では全体的にこの業界は盛り上がっているように感じています。

山路 鈴木さんは転職されていますし、社会の変化を感じていますか。

鈴木 エネルギー基本計画は3年ごとに見直されますが、前回の改定時期がちょうど前職時代でした。その時はリブレスという文言が盛り込まれずに残念だとみんな話をしたことをいまも覚えています。今回、盛り込まれたということですから、そこは進んだのかなと思っていますが、その背景となった大きな社会的変化は、ロシア



▲大好きな研究を仕事にした福田さん

によるウクライナ侵攻だと思っています。ヨーロッパとロシアの関係が悪化して、ロシアから天然ガスを輸入しない方針にしたことで電気料金が高騰してしまいました。そのタイミングから日本でも「原子力が必要」という雰囲気盛り上がってきたように思います。平時、電気は空気のようだが、あつて当たり前の存在ですが、今回のような事態になると重要性が再認識される、原子力はそういう業界なのかなという気がしています。

福田 学問は一朝一夕に成しえるものでもないし、研究は急に変わ

つていくものでもなくて、ゆつくりと地に足をつけて発展させていくものだと思います。そう考えると、研究として価値があるだとか、世の中の役に立ちたいだとか、面白いだとか、そういう視点でこの業界を目指すのであれば、知的好奇心という部分は時代によって大きく変わるものではなく、その上に世の中の変化が乗るのだと思います。

山路 どんな分野も最先端の知的探求心を刺激してくれる、それはすごく大きなことで、原子力分野にとつて、もしかすると最も大事なものの一つは、この分野が新しいサイエンスとか、新しいエンジニアリングを生み出すフロンティアを作り続けていることではないかと思います。しかもそれが原子力の場合、例えば原子力の安全性を向上するために役立っているとか、あるいは立地地域のみなさんが不安に感じることに対するソリューションを、最先端の研究がちゃんと提供するものになっているという、そういうことが原子力の魅力なのかなと思います。

鈴木 最近、原子力のことを噛み砕いて説明するのはむずかしいと

感じており、最先端のことを研究開発した後、どのように社会に知ってもらいかということでは、積極的な情報公開とか対話、説明があるよよいのではないかと思っています。

山路 原子力で大事なことは、いろんな新しいことが改善されていることが、きちんと社会に発信できているのかなということでは、メディアの力も借りながらやらなくてはならないことかもしれないが、トラブル情報は割と広くかつ明瞭に共有されますが、サクセス情報は、例えば福島事故以降の14年間にはいろんな技術的なサクセスがあつたはずですが、それは何処まで社会に認知されているのか。もう少し、サクセスがトラブルと同じように社会に認知されるような努力が必要かもしれない。それは学生たちにも見えな

いと困ります。こんなサクセスが原子力業界で起きているのだよとか、そういうことに接する機会は限られているように感じます。

早稲田の原子力の特徴

山路 最後に折角の機会なので、早稲田大学の共同原子力専攻は他大学の原子力専攻とはここが違うぞ、という点を語っていただけないかと思っています。

能重 早稲田大学の共同原子力専攻は、他大学に比べると産業界とかかわりが深いように思います。授業の中でも、メーカーの先生による取り組みの紹介もありますよね。

山路 きょうは「国として原子力が大事」という話かなり強く出ていましたが、実際に原子力を動かすのは産業界です。私立大学の雄である早稲田大学としては、産業界と大学の世界が一緒になって、原子力の分野を盛り上げていくという議論が創設当時にあつて、いまもキャッチコピーは「大学教育と原子力産業の架け橋を目指して」です。

早稲田の原子力は学科がありません。伝統的には原子力を志した高校生が、大学の原子力工学科に入学していました。あるいは大学によつては入学後、教養課程（2年生）終わりの頃に原子力に進む

般的には「報告書」という文書の形にします。学生たちに、この論文は読みましたかと聞くと、はいと答えるけれど、どれくらい読み込んでいるのか。わたし自身も「あなたはこの報告書をちゃんと読んでいるのか」と問われると、最近のAIの発達もありますが、総合理工学と自負している原子力がこれだけ多岐にわたつて、課題だと思つていることもだいぶ違うという中で、だれど全体としては社会が必要としているものであり、価値があることを、みんなが認識共有するために

は、みんなで報告書を読みましようというだけでは不十分と思うのです。生成系AIやDXがそこでどういう手助けをしてくれるか、わかりませんが、私なんか研究室で、いろんなみなさんにお世話になつてやつている



▲社会の役に立つ仕事として原子力を選ぶかもと村本さん

のは、福島第一の各号機のデジタルツインをつくるという活動に一緒にさせていただいているわけですが、そこでは従来は報告書になつていたものが、デジタルツインに落とし込まれて、バーチャルリアリティに変換されて、まったく専門の違う人たち同士でも、割と情報を直感的に共有できるようになつてきました。原子力はやはり報告書を出すというだけでは、これからの社会の信頼を勝ち取るというか、魅力発信としては少し物足りない。いろんな分野が切磋琢磨していく世の中ですから、原子力もそういうところは他分野を見習いながら、攻めていくべきではないかと思っています。

てはかなり大きなことだつたと思います。

山路 そういう意味では高校生が大学に進学する場合には、将来のキャリアや仕事と強く結びつけて受験する大学の学科でやる勉強を見ているのかというと、それは薄いのかもしれません。

村本 そうかもしれません。友達でも、将来は教師になりたいという子は教育学部に行くこともありました。それ以外の子は生物系がいいとか、物理系がいいという大きな区分こそありますが、特に物理学に進みたいという子と話をしていると、あまり物理のこの仕事をしたと入学時点で考えている人はいなかつたように思います。

山路 学問として面白いだけではなくて、将来はそれで生きていくというようにキャリアを考える視点は、年を重ねるとそのウエイトが段々と大きくなつてきますから、そういう意味では早稲田大学で原子力を選んだ人たちは、その選択したタイミングがある意味では遅いけれど、成熟した視点で原子力を選んでいるといった見方もできるのだと思います。それから



▲エネルギー問題への関心が高いと小出さん

他の大学を見ると、原子力専攻に來る学生は機械系が多いのですが、早稲田の場合は理学系から來ている学生が多い点も特徴だと思います。そういう学生さんは、最初は学問として高校で学んだ理学科目が好きで入学してきているケースが多いのかなという気がしますが、だんだんと学問として好きだというだけではなくて、もう少し成熟してきて人生のキャリアを見据えた時に、原子力がいいと考えた結果が強く表れているのかもしれません。これからのみなさんの活躍を期待しています。