

SNW 対話イン九州工業大学 2021 最終報告書

令和4年2月12日
(世話役)金氏 顯



《正門、奥は辰野金吾設計の守衛室》



《旧本館跡地に建つ百周年中村記念館》

はじめに

九工大での対話会は大学側もアクティブラーニング実践イベントとして高く評価し積極的に対応。今回 10 回目、奇数回は電気電子工学専攻「先端電気工学特論」、偶数回は機械知能工学専攻「エネルギー変換特論」、2 単位。今年度は機械知能工学専攻で特論講座の一部ではなく、「学生と SNW との対話会」単独イベントとして開催。

担当の先生は今回から交代し、基調講演として機械技術者が原子力開発に携わった体験談を要請され HTTR 開発に従事した野村真一さんをお願いし、また今後の産業界にも大きな影響がある 2050 年カーボンニュートラルなどを金氏が講師となって基調講演は 2 本立てとした。

基調講演内容が効を奏し、参加学生は 45 名(うち学部 10 名)になった。後で院生 10 名減。基調講演—1, 2とも録画し、学生もシニアにも URL 配信、後日それぞれの都合良い時に視聴してもらったが、この方式は非常に便利で効果的だった。

またグループ対話のテーマには重工業メーカーでの技術者の働き方など、技術的なテーマが多く、これまでとは一味異なる対話会となった。

本報告の概要 (目次)	ページ
1. 講演と対話会の概要	1
2. 対話会の詳細	2
3. 参加の先生とシニアの感想	9
4. 学生アンケート結果の概要	16
5. 別添資料リスト	16

1. 講演と対話会の概要

1) 日時

基調講演—1: 令和 3 年 11 月 2 日(火) 13:00~14:30(録画)

基調講演—2: 令和 3 年 11 月 5 日(金) 13:00~14:30(録画)

対話会 : 令和 3 年 12 月 7 日(火) 13:00~17:30(ZOOM)

2) 方式

リモートオンライン方式(使用するシステムは九工大採用 ZOOM)

3) 大学側世話役の先生

梅景 俊彦:機械知能工学研究系教授、河部 徹:同准教授

4) 参加学生

機械知能工学系大学院生学生 M1 および M2:25名、学部学生 3.4 年生:10名、合計35名

5) 参加シニア:6グループ、14名

大野 崇、梶村順二、古藤健司、後藤 廣、西郷正雄、齋藤伸三、野村眞一、針山日出夫、船橋俊博、牧 英夫、三谷信次、山内眞一、笠 浩之、金氏 顯

6) 基調講演

基調講演—1:テーマ:「次世代炉として期待される高温ガス炉について～原子力発電の基礎知識、軽水炉との比較、そして機械技術者としての開発体験～」、講師:野村眞一
(講演概要)まず、原子力発電の核分裂、固有安全性、深層防護、放射線などの基礎知識を解説し、次に現在原子力発電の主流である第3世代大容量軽水炉(100万kW級)、更に第4世代炉として近年脚光を浴びている小型モジュール炉を(SMR)と高温ガス炉の特長を説明する。

そして最後に、高温ガス炉の実験研究炉として日本原子力研究所が茨城県大洗町に建設した「高温工学試験研究炉」(HTTR)の設計建設に1988年～1999年にメーカーの機械技術者として携わった体験、特に冷却材温度950℃という類を見ない高温に特有の様々な問題を解決したエピソードなどを紹介した。

基調講演—2:テーマ:「2050年カーボンニュートラルと原子力の役割」、講師:金氏 顯

(講演概要)まず、日本と世界のエネルギーの現状、特に化石燃料に85%以上も依存している現実を知った後、2050年カーボンニュートラルに向けての欧米の動向、日本の2030年、2050年に向けてのエネルギー基本計画の概要、課題と原子力の役割を述べる。最後に原子力発電を巡る諸課題のうち、40年を超える運転、福島第一トリチウム処理水海洋放出と風評被害、高レベル放射性廃棄物最終処分について現状と今後の展望を紹介した。

2. 対話会の詳細(全体司会進行:河部徹准教授)

1) 開会あいさつ

【副工学研究院長:松田健次様】

原子力学会シニアネットワーク連絡会の皆様との対話会は今回で10回目とのことで、大変ありがとうございます。本学はモノづくりを通じて社会に柔軟に対応する技術者を育成する教育を行っています。大学教育では限りがありますが、我が国の原子力界で活躍された皆様方のお話を聞き、また対話をする機会は学生たちにとって視野を広げる大変良い機会です。よろしく願いいたします。

【SNW九州・会長:金氏 顯】

原子力学会シニアネットワーク連絡会(SNW)は2006年に設立し、以来15年間全国の大学・高専との対話会を行ってまいりました。私が2010年に約半世紀ぶりに故郷の北九州に帰ってきたとき

に、ぜひ九州工業大学でも対話会を行いたいと 2011 年福島事故の後でしたが、伝手を頼ってお願いに上がりましたら、実学を重視する大学の方針にも合致しているとのことで快く受け入れていただきました。以来、電気電子工学系と機械知能工学系を交互に開催し、今年は 10 回目で機械知能工学系の学生との対話会です。九州工業大学は 1909 年に明治専門学校として開学し、総裁であった山川健次郎の言葉である「技術に堪能(かんのう)なる士君子」となることを教育の基本としていると伺っています。今日はそういう「士君子」すなわち「ジェントルマン」の皆さんとの対話会を楽しみに、全国から 14 人のシニア技術者が参加しています。よろしくお願いします。

2) グループ対話の概要

学生の事前質問は各グループとも技術者らしい率直で本質的な質問が多かった。世話役から、シニアからの回答時に逆質問を必ず記載しておくよう各グループにお願いした。学生はこれらを 12 月 7 日の対話会の 1 週間以上前には入手し、事前に十分準備出来たものと思われる。

グループ対話はほぼ 3 時間あったので、事前回答の確認、逆質問への学生からの回答、また双方向のフリーディスカッションに十分な時間が取れたものと思われる。

学生の各グループ発表はどのグループとも大変要領よく、またシニアから聞いたことだけでなく学生としての意見や抱負なども交えて発表。シニアからは全くコメントなど無かった。

対面の対話会の場合は終了後に学生、先生、シニアが学内の“鳳龍会館”(九工大の学章から命名)でアルコールも入って交流、歓談するが、その代わりに ZOOM を約 1 時間延長し両先生と参加シニア希望者から感想を一言ずつ述べていただき、良い交流になった。

以下、各グループ対話の概要である。

■グループ A: テーマ: 『福島第一事故の原因・教訓と原子力発電をより安全にするには?』

・学生: 1 名(研究室名: 計算力学) + 学部生 2 名 = 3 名

・シニア: * (ファシリテータ、以下同様) 船橋俊博、斎藤伸三

・報告: 予め受け取った 13 件の質問中 7 件は標記のテーマとかけ離れたものであり、テーマとの関連性を危惧しつつ、それぞれに回答を用意した。

対話には、多くの学生が就職関連の用事があるとのことで M1、1 名、学部 2 名の計 3 名であった。シニア 2 名とで計 5 名の少数グループとなったこともあり、和気藹々の中で、忌憚ない対話が出来た。学生側の準備も周到で、特に、M1 の学生はまとめの発表をすることも決まっていたので、終始真剣に質問をしてきた。

上記のテーマに沿った質問としては、電源喪失による炉心冷却不能は如何に改善されたのかと言う真っ当なものから、新規制基準に沿うためには既設炉を廃止し原発を新設しないのかと言う経営の現実とかけ離れた質問まで種々あったのは、未だ社会に出る前の若者らしさかも知れない。また、原子力発電の発展(ママ)にあたって最も足りないものは何かとの質問について議論したが、学生の方から「世の中の人々が理解すること、そのためにはエネルギー省を作る必要がある」との発言にはその鋭敏な感性に感銘を受けた。

■グループ B: テーマ: 『技術的観点から見た資源・エネルギー供給政策と安全保障, 日本の特性, 他国との比較, 開発途上国の動向』

・学生: 6 名(研究室名: 混相流) + 5 名 = 11 名

・シニア: * 三谷信次、山内真一、笠浩之

・対話内容

オンライン方式でシニアと学生が順に自己紹介を行った後、11項目の事前質問への回答書に沿って対話を進めた。

「原子力発電の安全性に関する質問」と「再生エネルギー及びクリーンエネルギーに関する質問」に分けられ、原子力の安全性に関する質問は、廃棄物処理の地層処分とテロ対策に関する質問であり、他国の状況も交え、対話の内容もかなり具体的なものとなった。また、再生エネルギーに関する質問では、洋上風力などのエネルギー開発の現状から、再生可能エネルギー推進に関する矛盾、クリーンエネルギー資源の確保・輸送に至るまで、多岐にわたる内容となった。

現在の学生に、事業の費用対効果を求めるのは、将来の夢と希望を狭めることに繋がりがねない。何故？とか、どうして？とか、学生には何事にも疑問を持ってもらい、少しでも、その回答の手助けが出来ればと感じた。

■グループC:テーマ:『再生可能エネルギー(太陽光、洋上風力など)は主力電源になりうるか?』

- ・学生:大学院生(材料力学) M1 4名
- ・シニア: *後藤 廣、古藤 健司
- ・主な対話内容

学生からの事前質問を中心にシニアからの事前回答についてシニアが説明を行いつつ、派生する問題等を話題として取り上げ、相互に問答することによって共通の認識を確認し合うという形式で対話は進行した。学生諸君は予め「議論」の打ち合わせをしており、「まとめ」についての整理の仕方も検討していたように見受けられた。「クール」であった。

事前質問は ①「再生エネルギーの効率は今後原子力を上回ることはあるのでしょうか？」②「再生エネルギーのコストは今後原子力を下回ることはあるのでしょうか？」③「今、最も有力な再生エネルギーは何が挙げられますか？」④「再生エネルギー発電所を建設する際の環境負荷は原子力と比較してどの程度なののでしょうか？」であった。

質問①②の再生エネルギー電源の効率とコスト(原子力発電との比較における)についての議論においては、「設備利用率」が重要なパラメータであり自然条件に依存する太陽光や風力発電では原子力発電の数分の1に留まること、総発電コストは電源別発電コスト(均等化発電原価)に「統合コスト」を加味して評価しなければならないこと、とまとめられた。

質問③④の最有力の再生エネルギーは？再生エネルギー発電所建設における環境負荷は？については、電中研・機械学会のデータを基に「安定再生エネ電源」は12%で「変動再生エネ電源」は40%と見積もられることを議論した。特に気象に左右させる「変動再生エネ電源」では大容量の蓄電システムが必要であることが発展のネックになっていることを再認識してもらった。

「変動再生エネ(太陽光や風力)を日本で増やすためにどのようなアイデアがあるか？」

「EUでは国際送電網を有して電力を融通し合っているが日本も海底ケーブル等で中国・韓国・ロシアなどと国際送電網を構築すべきか否か？」などを学生諸君に問い掛けた。技術的な問題や国際情勢・国政の違いなどにも思考が及んだ「対話」がなされた。

■グループD:テーマ:『2050年カーボンニュートラル(脱炭素エネルギー)は可能か?』

- ・学生: 6名 精密システム研究室 修士2年2名、1年1名、学部4年3名
- ・シニア:3名 * 針山日出夫、梶村順二、西郷正雄

2) 主な対話内容

- ・ファシリテータのシニア針山氏のもと、対話会を進めた。
- ・シニア及び学生の自己紹介
- ・ファシリテータからの順次指名により、学生たちの「原子力に対する考え」を確認
- ・シニアへの開催前の質問に対して、シニアより順次回答
- ・回答の中で、本テーマに係る「現時点でどれだけカーボンニュートラルは実現できているのか。」において、意見交換が集中的に行われ、「2050年カーボンニュートラル(CN)は可能か」へと対話が進展した。
- ・学生たちとシニアの間でファクト事実を確認し、いくつかの課題を取り上げて意見交換を行った。
- ・その結果、学生たちは、次の理由により「2050年カーボンニュートラル(CN)は不可能」と結論付けた。
 - ① 世界各国が自国の経済活動を優先しているため、様々な対立構造があり世界全体で共通の方向に向かっていくのが難しい状況にある。
 - ② 技術革新に頼らざるをえない。
 - ③ 技術開発のための国からの支援金が少ない。
 - ④ 大量消費国の賛同を得られていない。
 - ⑤ 再生可能エネルギーの補助電力が考えられていない。
- ・以上の対話会では、学生の中には、積極的に質問や意見を言うものもいたが、時間的に余裕もあり、ファシリテータの誘導もあって、他の学生たちも自分の意見をほぼ言うことができた。

■グループE:テーマ:『重工業メーカーでの技術者の働き方, 解析技術の活用, 外部企業も含めたチームでの仕事法 大型プラント設計の方法と工学シミュレーション技術』

- ・学生:7名 塑性工学研究室
- ・シニア:2名 * 金氏 顯、牧 英夫

・主な対話内容

- ・ファシリテータ金氏氏のもと、対話会を始めた
- ・学生側ファシリテータを柳田君に御願いすることとした。
- ・自己紹介
- ・事前質問は7件であったが、下記5件に集約して討議することとした。
 - テーマ1. 重工業メーカーでの技術者の働き方
 - テーマ2. 解析技術の重要性(方法、実現象との摺合わせ、開発期間)
 - テーマ3. 大型プラント設計と通常の小型製品設計との違い
 - テーマ4. 外部企業とチームを組んで開発を行う場合の留意点

テーマ5. 福島事故前と事故後で、安全面においてプラントの設計やシミュレーションがどのように変化したか

- ・上記テーマ毎に質問への回答を簡単にシニアが行い、それに対して当該テーマを提起した学生が口火を切る形で討議が進められた。学生側発言者指名は学生ファシリテータに一任した。
- ・討議後、学生側から就職決定先、或いは、将来の就職希望先の紹介があった。
- ・学生報告会では、テーマ提起者が交代でテーマ毎の総括を行なった。

テーマ1. 重工業メーカーでは最初の職種が生涯の仕事内容を決めることが多いので、希望先提示が重要である。また、モノづくりにおいてはPDCAの型が重要。

テーマ2. 解析主導設計が現在のモノづくりの主流。実現象との摺合わせは欠かせない。

テーマ3. プロジェクトマネジメントが重要

テーマ4. 企業同士が相手側の文化を尊重することが重要。意見が違う場合は顧客の意見を聞く。

テーマ5. 安全性は格段に高まった。その物差しはPRAである。

- ・当グループの事前質問は原子力、エネルギー、に捕らわれず、モノづくりの核心に迫るテーマであり、時間が短すぎるほどの討議であった。

■グループF:テーマ:『SMR開発の可能性と将来性は?』

・学生3名(研究室名:熱デバイス)

・シニア:*野村真一、大野崇

報告:

同じ研究室の大学院生3名と対話の機会を得た。予め、質問をもらい回答を送っていたが、学生は皆事前によく読んでおり、追加質問を準備し、それに対する学生の考え、シニアの意見を述べ合うという形で進めた。

司会の学生はもっと研究がしたいということで博士課程へ、一人は日揮へ就職、一人はエネルギー関係の会社を希望、ということ語ってくれた。

SMRについての追加質問と学生の考えは以下であるが、対話は活気・積極的発言があり面白かった。

- ・他国との共同開発の是非
- ・コストが高い要因
- ・火力発電の代替を考えた時、火力新規導入との得失
- ・医療に特化した原子炉技術開発は、放射線研究なのか原子力の放射線の積極利用か
- ・自然対流冷却時の冷却水・空気の流量は?
- ・プールの中で緊急時冷却はどのように行われるのか
- ・(大型軽水炉とSMRはどちらが良いかのシニア問に対し)地震に強い、台風などの災害時に独立分散は生き残りに有利なのでSMR

- ・(高温ガス炉をどう思うかのシニア問に対し)高温ガス炉は日本の技術。開発を続けるべき
 - ・(何故軽水炉大国の米国が SMR を開発するのかのシニア問に対して)軽水炉は時代遅れの技術なので取り換えは SMR、大型軽水炉は審査や施工に時間がかかる。SMR はコストが抑えられる
 - ・SMR はいろいろなタイプがありカーボンニュートラルに適している
 - ・(SMR をやってみたいかのシニア質問に対して)自ら作ってみたい
- 最後に、学生の議事進行、取りまとめ・発表は見事で我々の学生時代と隔世の感を受けた。また、司会学生からの、「考え方や考える上での姿勢が非常に勉強になりました」、「縁があったら技術者・研究者としての成長の姿を見て欲しい」との挨拶メールを戴き励みとなった。

3) 講評

【牧 英夫】

初めて学生諸君との対話会に出席いたしました。非常に楽しく、また、その重要性を痛感しました。開催にお骨折り戴いた皆様にお礼申し上げます。

私が工学部の学生だった 60 数年前と比較すると、モノづくりを取り巻く環境は極めて複雑になっています。その昔は品質と高い GDP だけを目指してモノづくりに集中すればよい環境でした。現在は SDGs の視点から何を造ればよいのかから始まって、品質は勿論、生産性、さらに、より少ない資源からより高い価値を産み出すモノづくりが求められるようになっています。

今回の対話会で学生諸君から出てきた質問の幅の広さ、質問の質、対話会での応答、対話会内容の纏め方等々、私共シニアの期待に十分応えてくれました。

九工大の伝統とご指導の賜だと思えます。

纏めの発表を聞いた感想ですが、シニアが自分達の意見を述べすぎているか、その意見を学生諸君が素直に受け入れすぎているか、という懸念です。

答は出なくても、若い学生諸君の意見を聞くやり方もありそうな気がしました。

モノづくり企業にとって、技術者こそが宝物です。企業では大学のような教育はできません。そしてその基礎教育が極めて重要です。その基盤の上に立って企業ではモノづくり教育を積み上げます。何卒よろしくお願い致します。

【齋藤 伸三】

私は、グループ A の皆さんと対話をさせて貰った訳ですが、今、他のグループの発表を聞いていても、皆さん事前にシニアから提出した回答を深く読み込んで、本日、参加されたことが分かりました。従って、どのグループも対話が盛上がって大変有意義なものであったことと思います。

現在、原子力界は大変難しい状況にあり、我々シニアも将来の日本のエネルギー状況を慮って可能な限り原子力復活に努力しております。しかし、初代のシニアの会長が申されたように「シニア」は「死が近い」と解釈され、これからは皆さん方若い人に頑張って貰う以外ありません。どうか我が事として、日本のエネルギー、原子力利用を考えて頂ければ幸いです。

4) 閉会の挨拶

【対話会幹事：大野 崇】

- ・本日はどうもお疲れ様でした。
- ・対話会幹事を務めます大野崇と申します。800 km以上も離れているためなかなかお会いできませんでしたが、節目の10回目に、「機械知能工学研究系」の35名の多くの皆様と対話をする機会をいただき楽しみにしてまいりました。
- ・九州工業大学について少し調べてみました。皆様の母校は歴史が旧く、今年で112年目を迎え、創業者は、日本の科学技術の基礎を築いた第二代東京帝国大学総長の山川健次郎、卒業生に竜巻研究で世界的権威を有する藤田哲也を排出したことを知りました。因みに、創業時の学校の本館は東京駅を設計した建築家の辰野金吾の手になるもので、藤田哲也博士記念会の会長は、今回の世話役の金氏顯氏が務めております。
- ・今日は、こうした歴史を紡ぐ皆様のしっかりした考えや意見をお聞きし、技術者の世代はつながっているのだということを実感し嬉しく思いました。
- ・我々も、半世紀前に原子力に足を踏み入れました。残念ながら、今は順風満帆というわけには参りませんが、日本にとってなくてはならないエネルギーです。今後、電力やメーカーに入って原子力に携わる方もおられると思いますが、国のエネルギーを担い一生の生業にするに値するというのが私の信念です。
- ・私はメーカーに入りましたが、そこで感じたことは何事も「一所懸命」が大事であるということです。どんなに小さいことでも「一所懸命」に取り組むことが大事であるということです。
- ・本日は、実のある活発な対話会を開催することができました。これも梅景先生、河部先生はじめ私共の世話役の金氏様の並々ならぬご尽力、ならびに学生諸君の熱意の賜物と感謝を申し上げます。ありがとうございました。

【梅景俊彦教授】

本日はSNWの皆様、長時間大変ありがとうございました。

グループ対話の最中にA~Fまで回りましたが、豊かな経験をお持ちのシニアの方との対話は大変迫力がありました。グループによって学生の人数にバラツキがありましたが、ファシリテータの上手な采配により、活発な対話を行うことができたと思います。エンジニアを目指す学生に生きた教育をする、またとない良い機会でした。原子力界を目指す人もいるのではないかと思います。基調講演は野村様と金氏様と2本立てのお話も貴重でした。また、重工メーカーでの技術者の働き方など、前例にないテーマもありました。

なお、日程の関係で就職活動と重複して参加人数が少なくなったのは残念でした。次回は開催時期をよく考えたいと思います。

本日は本当にありがとうございました。

3. 参加の先生とシニアの感想

【梅景 俊彦教授】

このたびは、初回の打ち合わせから対話会当日までの約 2 カ月間、SNW 九州・金氏顯会長はじめ SNW 連絡会の皆様には大変お世話になり誠に有り難うございました。

これまで機械系での SNW 対話会は特定の大学院授業科目の枠内で実施されてきましたが、組織内での実施内容の共有と世話役教員の負荷分散を考慮して今後は担当者を順次交代していくことになり、本年度は小職と河部准教授が担当しました。そこで、先ず過去の一連の開催事例を拝見したところ、従来の対話会は社会の原子力受容に関する話題が中心という印象が強かったため、今回の開催対象が工学部の機械系学生であることも勘案し、①技術的な内容を深掘した話題も取り入れていただきたいこと、②将来エネルギー産業に進むかもしれない学生たちを奮い立たせるような原子力分野における機械系技術者の活躍に焦点を当てた話題もご提供いただきたいことを 10 月上旬の金氏会長との初回打合せの際に率直にお願いしました。それに対して金氏会長は快く応じてくださり、基調講演は野村眞一様の「HTTR の開発に携わられたご経験」と金氏会長の「2050 年カーボンニュートラルと原子力発電」の 2 本立て、対話テーマには過去にあまり例のない「重工業メーカーでの技術者の働き方」というトピックが加わるなど、盛りだくさんな内容になりました。

参加学生については、昨今の若者気質として即効性のあるメリットが感じられないと手が挙がり難しいという残念な事情(さらに今回は授業枠での実施ではないため単位修得とも無関係)があるため、各研究室の指導教員から強く勧められて参加した者が大半でしたが、終わってみれば異口同音にポジティブな感想を述べており、教員が多少の強制力を発動してでも、こうした活動に触れる機会を作ることは必要と改めて感じました。また、このような行事は 1 日で完結してしまうと一過性の出来事となってしまう往々にして印象に残らないものですが、今回の対話会では 11 月初めの基調講演からその後の質疑応答の文書のやりとりを経て本番までの 1 カ月余りの活動期間があったことで、参加学生の一人ひとりが考えを深める時間を持てたという点は大いにプラスに作用していたと思います。学生からシニアの先生方への質問については、本質的な内容を含む事項から、彼らが自分自身で少し調べればわかるような事項まで、やや玉石混交の感はありましたが、いずれの問い掛けに対しても大変ご丁寧な回答および議論をしていただいたことに感謝します。また、当日の学生との議論では皆様方が原子力技術の最前線で経験された様々なご苦勞を熱く語っておられた場面が随所にありましたが、そうしたことも彼らにとっては大きな刺激であったようです。

なお、学科内の会議で今回の対話会の実施報告をしたところ、次回以降の検討事項として実施時期の変更(12 月は企業インターンシップ等の関係で大学院 1 年生の参加が制約される)という指摘がありました。この点につきましては今後の計画時にご相談させていただければと思っております。引き続きどうぞよろしくお願いいたします。

【河部 徹准教授】

1) 準備

後期の講義が始まる直前の段階で担当者が変わり、はじめに従来通り講義の一部として対

話会を行うことを検討しました。しかし、学生はほぼ前期の講義で単位を集める傾向にあり後期の講義を受講する学生は少なく、独立して対話会を行うことにしてその分を単位認定できないかと検討しました。残念ながら単位化することも実施時間など問題がありこの案も断念し、結局任意で参加を募ることになりました。さすがに単位も出ないイベントで時期的にインターンシップと重なることもあり参加者を集めることができるか不安でした。最終的には関係者の先生の研究室の学生をほぼ総動員という形で何とか人を集めたのが正直なところでした。

今後はやはり講義の一部として行うことができればいいのかもかもしれません。ただ時期的には前期の方がよいのかと思います。

2) 基調講演

オンラインによる基調講演は録画もできその時間に用事があっても後から閲覧できるので非常によかったと思います。また、1日に基調講演と対話会を行うより講演から少し時間をおいてから対話会をする方がいろいろと考える時間もあり今後対面で行うようになって基調講演はオンラインという形で続けるのがよいのかと思います。

ただし、zoomによる録画は簡単でよいのですが、実際の講演をあらかじめビデオ収録(スクリーンと講演者が同画面に写っているもの)した方がよいのかもかもしれません。ただ非常に手間がかかります。

3) 質問事項のやりとり

基調講演後に行われたシニアの方と学生の間で質問事項のやりとりですが、予想以上に非常に丁寧に回答されており感謝しております。

4) 対話会

当日の対話時間が3時間(基調講演を含まないのでその分長くなりました)となり、長くて話をもたないのではないかと心配していましたが、時間が足りないグループもあったようでホッとしました。今回は研究室単位でグループを作ったことから参加者の人数の不釣り合いが激しく、この点は次回改善すべき点だと思います。

学生を半分強制的に参加させたこともあり学生の本音はどうかと心配していましたが、悪い印象はなく、非常に面白かったという意見でした。今後は参加させるのに敷居が高いのでこれを改善できるようにしていく必要があると思いました。

【大野 崇】

対話は毎年、機械系、電気・電子系の学生を対象に特論講座の一環として交互に行ってきている。今回は、特論講座でなく「シニアと学生との対話会」単独として35名の機械系の大学院生が自主参加した。また、学生は研究室単位で3名から11名とグループに別れて対話を行ったのも特徴である。

グループFの「熱デバイス」の研究生3名と対話を行ったが、この日に向け、学生は、事前回答に目を通し、追加質問を準備し、また、シニアからの逆問についても意見をまとめ臨んでくれた。

「SMR開発の可能性と将来性」について以下のような学生の意見に対し議論をした。

- ・他国との共同開発の是非
- ・コストが高い要因

- ・SMR は地震に強い、台風などの災害時に独立分散は生き残りに有利
- ・大型軽水炉は審査や施工に時間がかかる。SMR はコスト的にも有利
- ・SMR はいろいろなタイプがありカーボンニュートラルに適している
- ・SMR を自ら作ってみたい

総じて学生は SMR に新規制を感じておりできれば SMR にたずさわりたいという意見も聞かれた。また、終わってから纏め役の学生から、「考え方や考える上での姿勢が非常に勉強になりました」、「縁があったら技術者・研究者としての成長の姿を見て欲しい」とメールを受け取った。

【梶村順二】

私にとって九工大の対話会は4回目の参加となり、Zoomオンライン対話会は昨年到现在に続いて2回目となる。今回から大学側世話役が梅景先生、河部先生に代わり、世話役の金氏様と十分な打合せによって準備万端で対話会に臨むことができた。

私が参加したDグループのテーマは、最近話題で重要な「2050年カーボンニュートラル(脱炭素エネルギー)は可能か」であった。このテーマでの参加は初めてで知識も浅く十分な回答ができるか心配であったが、事前質問の割り振りが電力経験を活かした質問にして頂いたお陰で悩むことなく回答を作成できた。

対話会当日はメンバー全員が回答を読んだ上で参加してもらうことができ、順調に進めることができました。

対話に際しては、積極的に意見を言う学生はいたが、ファシリテータである針山氏が追加質問や意見等求めて意見を言う学生もおり、時間的に余裕がある中で十分な対話ができたとと思われる。

カーボンニュートラルは若い世代にとって影響が大きく克服していかなければならない課題となりえるが、日本の現実は主要国の中で最も厳しいことは理解いただけたと思う。今後社会に巣立って日本の未来を背負っていくことになるが、新しいアイデア、発想をもって新しい世界を拓いていただきたい。

【古藤 健司】

Cグループの対話会課題は「再生可能エネルギー(太陽光、洋上風力など)は主力電源になりうるか?」であったので、学生からの事前質問は「再生エネルギーの効率は原子力を上回ることはあるか?コストは原子力を下回ることがあるのか?最有力の再生エネルギーは何か?再エネ発電所を建設する際の環境負荷は原子力と比較してどうか?」であった。対話は、事前質問を中心に事前回答をシニアが説明を行いつつ、派生する問題を話題として取り上げ、相互に問答することによって共通の認識を確認し合うという形式で進行させた。議論は「諸エネルギー電源の効率の評価は「設備利用率」が重要な指標であり、総発電コストの評価では電源別発電コスト(均等化発電原価)にシステム構築・運用にかかる「統合コスト」を加味して評価しなければならないことや日本における国際送電網の是非」などに及んだ。学生諸君は予め「議論」の打ち合わせをしており、「まとめ」についての整理の仕方も検討していたように見受けられた。「クール」であった。

【後藤 廣】

テーマ「再生可能エネルギーは主力電源になりうるか？」について、事前に受けていた質問に対して、各電源の設備利用率の違いや、発電コストは電源別のコストと電力システムに受け入れるために発生するコストである統合コストからなることを中心に説明した。再エネ100%では、電力の安定供給やコストに課題があり、再エネと他電源とのベストミックスを構築していかなければならないことは、統合コストについて興味を示したことから分かってもらえたと感じた。一方、「原子力発電が少なくなっていくのは世界の趨勢では」との発言もあり、他電源の最も有力な選択肢は原子力との理解を得るための説明が不足していたのではと思われた。

シニアから学生に事前に送っておいた「シニアからの問い掛け」については、学生間で話し合って回答を準備していたようで、予習の機会を与え、学生からの発言を促す上で効果があった。

【西郷 正雄】

参加された学生は、学部4年生以上ということもあり、発言の中身は、大変しっかりしたものであった。

就職先には、原子力分野を選んでいるようではなかったが、原子力分野の仕事への取組み、特に安全面での取組み、また、福一原発事故により、向い風の状況での大変な時期をどのように乗り切ろうとしているのかに関心を示しているように思われた。

テーマは、「2050年カーボンニュートラルは可能か」であり、本当に実現が可能なのか、シニアの説明により、その大変さを認識してくれたと思う。

この問題は、わが国がいくら頑張ったとしても、3%の貢献度にしかすぎず、CO₂排出国、特に、中国、米国、インド、ロシアなどが、頑張って実行しなければ成立しない。しかし、自国の経済を維持、発展させることをどの国も第一義にするため、目標通りに進むかどうか疑問であること、我が国がこの目標を実現させようとするならば、実現が可能である根拠が全くない状況なので、経済面の犠牲が非常に厳しくなることなど理解してもらえたと思う。

学生たちには、2030年、2050年の気候変動対策としてのCO₂削減に対しては、我々シニアの問題ではなく、自分たちの問題であるために、真剣に考えて、意見を言っているのが読み取れ、対話会は極めて充実したものになったのではないかと思う。

最後に、このリモートでの対話会をスムーズ実施することができた先生方のご尽力にお礼を申し上げます。

【齋藤 伸三】

対話参加者が急遽3名になったが、それだけ参加学生とは緊密に対話出来た。

対話テーマの『福島第一事故の原因・教訓と原子力発電をより安全にするためには？』とはかけ離れた事前の質問が13件中7件あった。これらは、当方が用意した回答の反応から見て参加学生提出のものではないと思われたが、そのなかには今、話題の高レベル放射性廃棄物処分場の文献調査に対して北海道の2町村にそれぞれ年10億円と言う破格の交付金を出すのはどのような根拠で決まったのかと言うものもあり、世論の一端を思わせる。

参加学生は、事前に回答書を読み込んでおり、時間いっぱい有意義な対話が出来たのは他大学

ではあまり経験がなく素晴らしいことであった。特に、まとめ役の M1(他に学部生 2 人)の学生は、グループのまとめを事前に可能な範囲で準備していたようで手際の良い質問が多かった。また、高レベル廃棄物の処分場について産業廃棄物等と比較すれば当然であるが、彼の目には廃棄物を一個所にまとめると言うのは極めて素晴らしいことだとの発言は新鮮に聞こえた。このような学生に原子力分野に就職をして貰いたいと切に思った次第である。

【野村 眞一】

リモートオンライン方式で開催され、2回に分けて実施された基調講演(11月2日&11月5日)を受けて12月7日に対話会が行われた。対話会に先立ち、グループ F のテーマ「SMR 開発の可能性」に関する学生からの質問に対してシニアより回答を送付し、この中で回答に関連する文献を紹介した。また、これに加えて逆質問を学生に事前に送付して対話に臨んだ。この逆質問に対し、グループの意見が纏められていたので論点を絞った議論が行なわれたと考える。

一方、今回の対話会では、グループ対話時間として2時間30分が割当てられていたので、対話開始時点ではその進め方に心配な面もあった。しかしながら、この懸念に対しては、学生諸君の予習により活発な討議が行われたので設定された時間を十分活用できたと考えるが、対話時間の設定に当たっては、開催される環境を考慮して開催計画立案時の検討事項の1項目とされては如何でしょうか。

対話の開始時点ではシニアが先導した面はあったが、対話に慣れてきてからは学生の活発な発言で進行し、ここでは得られた知識と情報を活かして客観的な意見を述べあう進め方の一端に触れたことが学生諸君の役に立てば幸いと考える。

最後に、対話会をお世話くださいました梅景先生、河部先生はじめお世話頂きました方々に感謝致します。

【針山日出夫】

対話会ではグループ D「カーボンニュートラル(CN)は(達成)可能か?」を担当した。事前質問はどれも CN が抱える課題のスイートスポットに的中するもので回答の準備段階で学生達とのやり取りへの期待が湧き出てきた。

グループ討論では問題点全体を俯瞰し個別課題を論理的に分析して説明を意識するリーダー格の学生がうまく学生達の議論誘導と発言を促す役割を果たしていて、お蔭で質の高い双方向のやり取りが成立し世代を超えた対話は機能したのと感じた。

学生達が大きな時代の変換点で、新しい問題の本質を捉える姿勢を持ち続けて自分たちの人生を切り開く底力を涵養し、輝かしい将来を掴みとってくれることを祈っています。

【船橋 俊博】

今回の対話会ではシニアの回答に関する学生側の理解が深かった様に感じた。これは学生側の真剣な対応があったことによると考える。質問回答から対話会まで日にちがあり予習の時間にゆとりがあった点も一因として考えられるが、それらの点もあった所為か対話自体に関しても、テーマの 1F の事故原因と教訓について率直でスムーズに話し合いが行われた様に感じた。発表についても、最初、参加者が 3 名なので個別発表としていたが、三名の意見を纏めて一本化しまとめの意見を、参考となる資料を纏めて文末に持ってきており、分かりやすい構成になっていた。全体

として、少人数で同じ研究室で、予習及び対話の時間が充分取れた点、学生の知識欲が相俟って、順調な対話が行われたと感じた。

【牧 英夫】

私が参加した E グループでの事前質問は以下に示すように原子力の枠に捕らわれない多岐にわたる内容でした

- ・重工業メーカーでの働き方
- ・解析設計について(重要性、実現象とのすり合わせ方法、解析技術)
- ・大型プラント設計と小型製品設計の違い
- ・外部企業との協創のしかた
- ・福島事故の前と後で設計やシミュレーションがどう変わったか

原子力 OB との対話ながら、それに捕らわれずモノづくりの本質に迫る質問が多かったことが嬉しかった。

それに比べて他のグループは原子力やエネルギーに関する質問であったが、改めて学生との対話会の在り方について考える機会となりました。

学生諸君は将来の選択を目前に控えつつモノづくりの基礎技術を学びつつあります。その諸君に少しでも役に立てる対話とは何かを考えています。もっと学生諸君の抱負や夢や、産業・工業界への要望を聴くべきだったという反省が残ります。

失われた 30 年は未だ出口が見つかりません。九工大の若いエンジニアに大いなる期待を寄せます。

【三谷 信次】

混相流を専攻する院生と学部 4 年生の合計 11 名から事前質問を頂いた。

テーマは「技術的観点から見た資源・エネルギー供給政策と安全保障、日本の特性、他国との比較、開発途上国の動向」と多岐にわたり回答に苦労した。対話はオンライン方式で 2 時間半の持ち時間一杯を回答に費やした。人数が多かったため対話時間が少なくなったのが悔やまれる。内容は再生エネルギー、メタンハイドレード、CCS、地層処分、テロ対策等を、これまで余り試みられなかった「安全保障」という切り口でを議論したのは新鮮味があった。学生達は優秀でエネルギー全般を俯瞰出来る十分な実力を備えていると見受けられた。彼らの社会に出てからの将来の活躍が期待される。

最後に、対話会をお世話くださいました梅景先生、河部先生はじめ、同席して頂いたニシム電子の山内さま、笠さま、全体取り纏めの金氏さまなど九州 SNW の方々に厚く感謝致します。

【山内真一】

自己紹介の段階で、「企業から内定」を既に貰っているとの声が散見され、これから社会に出て、様々な矛盾を経験し乗り越えて行くだ、というのが第一印象でした。

B グループは、構成人数が 11 人と多く、質問も多岐にわたる内容となっており、2 時間半の持ち時間があつという間に過ぎ去ってしまいました。混相流を専攻する学生というのは専門的に偏っているのでは？という私の偏見を打ち砕くがごとく、原子力や再生エネルギーに対し柔軟な思考を持

ち、掘下げた疑問を持っているんだと感心しました。

最後に、対話会をお世話くださいました梅景先生、河部先生はじめ、ファシリテータを務めて下さった三谷さまに感謝致します。

【笠 浩之】

Bグループは、構成人数が11人と最も多く、質問も多岐にわたる内容となっていたため、2時間半の持ち時間があっという間に過ぎてしまいました。グループ毎の意見交換後の各グループからの発表を見ても、人数が少なく時間的に余裕のあるグループとBグループのように発表内容の検討、資料作成時間も確保できないグループがあり、やはり構成人数は各グループできるだけ均等になるようにした方が良いと思いました。

司会進行を務めて下さった三谷様、また、対話会をお世話くださいました梅景先生、河部先生ほか関係者の皆様に感謝申し上げます。

Bグループの事前質問2に「日本が開発途上国を支援して発電システムを作り、見返りに電気もらえばエネルギー供給の問題解決になると思うが…」というものがありました。開発途上国から見返りに電気もらうことを実現するには、長大な海底ケーブルの敷設、船で運べる超特大容量でロスが僅かな蓄電池の開発などが必要になり、前段の開発途上国への経済的・技術的支援を含め莫大なコストがかかります。将来の技術開発の進展でいつかは実現する日が来るのかもしれませんが、戦前、石油の禁輸により戦争に突入してしまった苦い過去の歴史、石油ショックなど、エネルギーを他国に依存することの危険性(エネルギーセキュリティ)を考えると、電気の海外依存は極めて非現実的であると思われるのですが、これからの希望に満ち溢れた学生の皆さんの夢を打ち砕くような話をするのは控えた方が良いでしょう。非常に悩ましく感じました。

また、各グループからの発表を聞いて、私がとても気になって逆質問した件。私の理解は以下のとおりです。

わが国初のBWR軽水炉を1Fに建設するにあたって、当時はまだ我が国に原子力メーカーはなく、米国メーカー(GE)プラント、技術をそのまま導入するしかなかった時代。日本(東電)側が、「日本では地震や津波が頻発するため、最後の砦となる非常用D/Gは高台に設置したい」と主張したのに対し、GEは、「米国における大きな自然ハザードはハリケーンや竜巻であり、非常用D/Gは地下に設置するのが最も安全という設計。その設計思想を変更するというのであればプラントの安全は保障しない。」と言われたために、まずは導入を優先した東電は、GEに言われるままに、地下に非常用D/Gを設置した。対話会のあるグループでは、これを全く逆に説明されたと聞きましたが、いずれが正しいのでしょうか。私はこれまで誤ったことを人々に説明してきたのではないかと、自責の念に駆られる一方で、もし私の理解が間違っているとしたら、当時の東電の考え方、姿勢(見識)が今更ながら疑われることになるのではないかと心配になりました。若き学生諸君をはじめ、世の人々をミスリードしないためにも、この件ははっきりさせたいというのが私の考えです。

以上、新参者のオブザーバの身でありながら、勝手な感想を述べさせて頂きました。

4. 学生アンケート結果の概要

参加学生35人中、32人が回答、学部4年9人、修士1年16人、2年7人。

- ・講演内容、対話内容にはどちらも30人が満足、2人が不満。不満の理由は「シニアが話し続けて脱線も多く対話しにくかった」は特定のシニアを指していると思われ、反省要。
 - ・対話の必要性に関し、「あまりない」が3人、「全くない」が2人。「全くない」の理由として「価値観の押し付けがある」との指摘は非常に問題。
 - ・原子力発電の必要性には29人が「必要で削減・撤退すべきでない」、2人が「必要だが早期に撤退」、一人がよくわからない。
 - ・自由意見の中に、「原子力発電の正しい知識が深まった」、「新たな知見も多かった」、「シニアから貴重な多くの意見を聞くことが出来た」、「シニアと話し発表する初めての機会は貴重な体験」、「学生の積極性が養われる良い企画」など大変好意的な意見が多かった。
- しかし、その中に「放射性廃棄物の処分を未来に任せるのは問題」との指摘もあった。
- ・カーボンニュートラルに関するアンケートでは、31人が「関心がある」、しかし30人が「友人同士では話さない」。関心項目は多岐、生活や進路への影響の有無は半々、2050年CNの実現性は「実現できない」が半数、「良いところまで達成」と「分からない」が1/4ずつ、エネルギー選択の重要性に関しては、「知っている」が25人、「勉強してもっと知りたい」が6人。

5. 別添資料リスト

- ・基調講演—1:「次世代炉として期待される高温ガス炉について～原子力発電の基礎知識、軽水炉との比較、そして機械技術者としての開発体験～」、講師:野村眞一
- ・基調講演—2:「2050年カーボンニュートラルと原子力の役割」、講師:金氏 顯
- ・事後アンケート結果