

SNW 対話in松江工業高等専門学校 2022 年度 報告書

日本原子力学会シニアネットワーク連絡会 (SNW) 世話役 松永健一
報告書作成 令和 4 年 12 月 5 日



《松江工業高等専門学校正門》

「原子力」などの授業の一環として学生とシニアの初めての対話会を開催
対話会は宇部高専の「原子力」や「送配電工学」などの授業の一環。今回は第1回を対面にて開催。多くの課題から「原子力発電の再稼働と電気料金」と「再生可能エネルギーおよびエネルギー自給に関する政策」をテーマに選択した電気情報工学科5年の学生 11 名が参加。従来よりも基礎情報を重視した基調講演の授業的議論を行った後に対話会を実施した。参加者には、事前の基調講演講師からの逆質問に対する回答や学生質問へのシニア意見の事前検討などに負担のかかる内容であったが、自ら選択した関心の高いテーマでもあり、自ら考えて解決策を検討する良い経験になったことが伺えた。

本報告の構成(目次)	頁
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	6
4. 学生アンケート結果の概要	8
5. 別添資料リスト	15

1. 講演と対話会の概要

(1) 日時

基調講演: 令和 4 年 10 月 12 日(水) 14:50~16:20 (対面、遠隔)

対話会: 令和 4 年 11 月 14 日(月) 9:00~12:00 (対面)

(2) 場所と対話方式

松江工業高等専門学校 対面(但し、基調講演は講演者:対面、他参加シニア:遠隔)

(3)参加者

大学側世話役の先生

箕田充志:電気情報工学科教授

参加学生

電気情報工学科5年、基調講演:9名、対話会:11名、2グループ

参加シニア:2グループ、4名

金氏 顯、後藤 廣、大野 崇、松永健一

(4)基調講演

テーマ

エネルギー危機と原子力の役割

講師

金氏 顯(対面)

※他シニア(遠隔)

講演概要

第1章「エネルギーとはなにか？」では身の回りのいろいろなエネルギー、エネルギーの単位、エネルギーの種類、発電の種類、色々な発電の仕組みを中国電力の発電設備により紹介した。

次に第2章「S+3E について学ぶ」では、S:原子力の安全性、E1:エネルギー自給率、E2:経済性(発電コスト)、E3:環境(ライフサイクル CO2発生)について重要な点を話した。

最後に第3章「世界と日本のエネルギー消費」ではエネルギー利用の変遷と文明の発達、世界と日本のエネルギー消費の推移と将来、更に核燃料サイクル、高レベル廃棄物地層処分について学んだ。

資料の中には「Q コーナー」を設け、予め学生から頂いた質問には青色で Q&A を書き、講師から学生に聞きたいことは黄色で Q を書いた。学生への質問は 16 問あり、数日後にその回答を A、B 各グループから入手し、7 月 29 日に「基礎講演—2」の終了後に学生の回答に対し講評した。よく調べておりほぼすべて正しい回答であった。

2. 対話会の詳細

(1) 開会の挨拶

後藤 廣

冒頭に、業務経験などシニアの自己紹介と対話会開会の挨拶があった。他の参加シニアも自己紹介を行った。

金氏 顯(基調講演)

私達は原子力プラントメーカーや電力会社、原子力関係研究機関などで技術者として働き、その知識経験を生かして退職後も次世代を担う皆さんたち若者に原子力を始めエネルギー問題に関する理解活動をボランティアとして毎年全国約 20 校の大学や高専で「対話会」として行っています。私の地元の北九州高専の宮内先生から、箕田先生を紹介していただき、事前にご相談して、初めて開催することになりました。原子力発電所が立地されている県での開催は非常に重要と考えていますので、受け入れていただき感謝しています。

1 か月前の 10 月 12 日に私がエネルギー危機や再エネ、火力、原子力の役割などについて基調講演を行いました。その後皆さんから色々質問をいただき、回答をお送りし、今日対面での対話会を開催する運びになりました。その間、皆さんは色々勉強され、エネルギー危機やその対策について関心が広がり、沢山の疑問や意見があると思います。今日は 2 時間余りですが、真剣な質疑応答、意見交換を行いましょう。私たちシニアはつついしやべりすぎます。皆

さんは負けないようにドシドシ発言してください。「聞くは一時の恥、聞かぬは一生の恥」です、よろしくお願いします。

(2) グループ対話の概要

・今回は第1回を対面にて開催。多くの課題から「原子力発電の再稼働と電気料金」と「再生可能エネルギーおよびエネルギー自給に関する政策」をテーマに選択した電気情報工学科5年の学生11名が参加。

・「原子力」や「送配電工学」などの授業の一環。第一回目の開催ということもあり、9月18日に箕田先生と参加シニア4名の出席で事前のリモート打合せを行い、授業と重複しない基調講演の内容について議論した。追加もしくは強化した内容は、①直流送電(海底送電、海洋風力→陸地直流送電、英国など海外例を含む)、送電網強化(50～60Hz 変換、直交変換)、北海道ブラックアウトの原因、電力広域的運営推進機関の送電網強化計画など、②電気料金、③電力不足、予備率、変動再エネの出力調整、④CCUS、大崎クールジェン国プロなど。

・従来よりも基礎情報を重視した基調講演の授業的議論を行った後に対話会を実施した。参加者には、事前の基調講演講師からの逆質問に対する回答や学生質問へのシニア意見の事前検討等、学生自身に考えさせる情報を発信。

・その上で行ったグループ対話は、基礎講演内容の確認、逆質問への学生からの回答、その内容を踏まえつつ参加学生の関心事や疑問点を中心に意見交換と議論を行った。

・学生のグループ毎の発表は、学生自身の意見を主体とした要領の良い発表であった。

・以下、各グループ対話の概要である。

1) グループ A (報告者: 後藤 廣)

テーマ: 原子力発電の再稼働と電気料金

参加者

学生: 電気情報工学科5年生 6名(就職5名、進学1名)

シニア: 金氏 顕(ファシリテーター)、後藤 廣

主な対話内容

・自己紹介の後、学生からの事前質問に対する回答書に記したシニアからの逆質問を中心に、意見交換を行った。ファシリテーターはシニア(金氏)が担当し、各課題に対して学生全員に発言を促し、双方向の対話を行うことができた。

・学生からの事前質問と逆質問を要約すると以下の通り。

- ① 原子力規制委員会の審査の過程と内容。←再稼働が遅れている現状の改善策。
- ② 2030年までに原子力発電17基を再稼働できるのか。 ←西日本が東日本に比べて再稼働が進んでる理由と対策。
- ③ 原子力発電設備の運転期間が40年の理由。←審査による長期停止期間の扱い方。
- ④ 日本の原発の新增設の可能性。←我が国が新增設を今手掛けなかったら。
- ⑤ 将来必要な電力量。←日本国内の電力網の整備。隣国との国際送電網の是非。
- ⑥ 電力自由化の意味。←電力自由化のメリットとデメリット
- ⑦ 電力料金の見通し。島根2号が再稼働した場合の中国電力の電気料金。 ←電気料金の高騰が経済に与える影響と政府の動き。

・上記の問題提起について学生とシニア間で以下のような対話が行われた。

- ① 審査の内容と方法を最適化すると共に、審査体制と工程の管理を強化すべき。
- ② 原子力発電の比率を増やしていくには、地域住民、自治体と連携する必要がある。地域住民が原子力について学ぶ機会を設け、事故対策内容等を具体的に伝える。
- ③ ドイツのロシアへの依存度が高いのは、ドイツの脱原発、脱火力政策による。
- ④ 原子力が再稼働すれば、電気料金は安くなる。島根 2 号再稼働後は、中国電力での発電量の約 10%を原子力が占め、一戸当たりの電気料金は数百円減る。
- ⑤ ロシア、中国など国体の異なる国との国際送電網は慎重に考える必要がある。
- ⑥ 電力自由化については、脱炭素など電力事業を取り巻く環境は変化しているので、旧体制(9 電力体制、垂直一貫体制、総括原価方式)に戻るのではなく、電力逼迫や電力料金高騰などを改善するため、現実を見据えた実効性のある、制度整備を行う必要がある。
- ⑦ 電気は自由市場に向いていない商品と指摘している学者がいる。規制緩和が全ての問題を解決するわけではなく、いつも正しい政策とは限らない。
- ⑧ 再エネの増設は、電力安定供給、電力コスト、自然条件、社会制約をよく考えなければならない。
- ⑨ 電源構成は、再エネ、原子力、火力のバランスをうまくとらなければならない。

・学生による対話の纏めでは、シニアからの逆質問に回答する形で、「安全審査の有り方」、「原子力安全とリスク」、「市民とのコミュニケーション」、「電力自由化」、「電源構成」について対話内容の発表があった。

2) グループB (報告者: 松永 健一)

テーマ: 再生可能エネルギーおよびエネルギー自給に関する政策

参加者

学生: 電気情報工学科5年生 5名(就職5名)

シニア: 大野 崇(ファシリテーター)、松永 健一

主な対話内容

・自己紹介の後、学生からの「対話会へ向けての質問事項」(下記)を中心に、意見交換を行った。対話の進め方は、学生質問者ごとに質問を思いついた背景を聞く、シニア意見(回答)を聞いて思ったことを学生が意見を言い、議論するという手順。

(再生可能エネルギー)

- ① 再エネを拡大するにはどうすれば良いか。実際に割合は高くなっているのか。
- ② 日本で、地熱などのエネルギーはどこで利用されているか。
- ③ 日本は、どこでバイオマス発電を行っているか。
- ④ 技術の発展により、再エネ発電で安定した電力供給が可能になった場合、原子力や火力の依存度は下がるべきだと思うか。

(エネルギー自給政策と電力融通)

- ⑤ 国際情勢により、エネルギー資源の確保が今後難しくなった場合、日本国内でエネルギーの自給はどの程度可能か。
- ⑥ 最新のニュースで関東近辺では電力逼迫が問題となっているが、西日本ではそういったニュー

スは聞かない。電力の融通はできないのか。

⑦ 2030 年に火力発電割合の目標が 41%で、2050 年にカーボンニュートラルが実現できるのか。

⑧ 政権が変わるごとにパリ協定を脱退したり復帰したりして良いのか。

学生発表：代表者が次のとおりまとめた。

- ・再エネを拡大する必要があるが、環境問題や発電効率のことも考えなければならないため、数を増やせばいいわけではない。
- ・目標を達成するためには、地域や自治体と連携する必要がある。
- ・再エネを増やして火力を減らすのではなく、現時点では火力も必要である。CO2 を減らすだけでなく、うまく活用したり地中深くに埋めたりする CCUS や CCS 技術が開発されている。

(3) 講評

金氏 顯

基調講演の内容や学生への逆質問を踏まえたグループ発表であった。Aグループは審査の内容、どこまでリスクをとるのか、電力自由化の料金電力への影響、再エネと原子力・火力のバランス、社会的受容性にかかる話題等、原子力発電の再稼働と電気料金に関する多様な視点からの議論及び発表であり、Bグループは再生可能エネルギーおよびエネルギー自給について、環境問題、発電効率、地域との連携、過渡期における火力の必要性及び CO2 の利用技術の切り口からの議論及び発表であった。

両グループの議論は非常に大切な視点であり、事前によく考えた上で、この対話会に問題意識を持って参加してくれた成果である。まずは、このような議論を広く行うことが日本のエネルギー問題を考え、解決する上で大切で、参加学生が周囲の友達やご家族に知識や議論を広めていただくようお願いしたい。

(4) 閉会の挨拶

大野 崇

本日はお疲れでした。対話幹事を務めます大野と申します。縁があり、箕田先生に対話会の開催をお願いにまいり初めて皆様におめにかかった次第です。

我々は、フランクな対話を通してエネルギー、原子力、放射線、最近では廃物処理について、これまで培った経験知識を若い方々にお伝えしたいという目的で、毎年 20 校程度の学校にお伺いしこうした対話会を実施してきております。

ご様子を見ると、学生諸君も仲間と一緒に集まって一つのテーマについて意見を述べあい纏めるという機会には初めてではないかと思われ、最後のまとめでは自然に皆が寄り集まって話し合っていました。このチークワークの経験が社会に出て少しでも役立てばと思っております。

中国電力をはじめいろいろな会社に就職されるということですが、どこでも若い君たちに期待するところ大です。頑張ってください。

今日は、皆さんとあえてよかったです。ありがとうございました。



開会挨拶(箕田先生)



宿題学生回答の評価(金氏講師)



講評(金氏講師)



閉会挨拶(大野対話幹事)

3. 参加の先生とシニアの感想

【箕田充志 先生】

松江高専は島根原子力発電所に約5kmと、全国の高専の中でも発電所に最も近距離に位置している。また、松江市は全国で唯一、原子力発電所を有する県庁所在地である。これまでも複数回、エネルギー問題や地層処分等をテーマに、学生が議論する形式の討論会などを行ってきたが、今回の対話会では電力の安定供給の観点から議論ができた。

学生が各自の意見をテーマに基づいて議論することで、新たな考え方を整理し理解を深め自分の考えをまとめることができたと感じる。就職や進学をするが、様々な場面で状況を理解し意見を述べることが重要であることから、今回の対話会は学生にとって有意義なものであった。

【金氏 顯】

基調講演の内容をどうすべきか迷った。ところが、島根原子力発電所の立地地区であり、電気情報工学科の箕田先生は自ら原産協や原子力文化財団から講師派遣を利用し、エネルギーの基本や原子力発電の基礎は講義していると知った。また先生からエネルギー危機、電力需給と停電、送配電の強靱化、連系線強化構想、再エネの限界、火力の役割、原子力の将来、電気料金などの要望があった。図書館で専門書を借り、またネット検索を駆使して私にとっては多くの新知識を蓄積し、悪戦苦闘して何とか講演資料を纏めた。そして電気工学卒で電力会社の送配電部門

の専門家の SNW 会員にレビューしていただき、何とか合格。10/12 には自信をもって講演することが出来た。

11/14 のグループ対話は A グループ「原子力発電の再稼動と電気料金」がテーマ、私が再稼動関係、後藤さんが電気料金関係を分担。学生 6 人全員に出来るだけ発言してもらうように促し、双方向対話はある程度できたと思われる。対面の効果は大きい。

なお、基調講演、グループ対話を通じて、エネルギー問題、原子力問題は国際情勢や国内政治情勢に大きく左右され、エネルギー安全保障、経済安全保障の観点が実社会では大事であり、日頃から情報のアンテナを高くしておくことを強調しておいた。6 人のうち 5 人は来春から社会人になる。この対話会でのことを覚えておいていただければ幸いである。

【後藤 廣】

島根原子力発電所 1、2 号機の建設に関与し、訪れることの多かった松江市での対話会、また、私が担当した対話のサブテーマが「電力自由化と電気料金」であったため、電力システムについて私自身が勉強する機会を頂いたことを感謝している。

基調講演の宿題と学生の回答への評価、学生の質問に対するシニアの回答と逆質問などを、事前に学生に伝えて考える時間を充分与え、対面の対話会では、ファシリテーターの金氏様が全ての話題について常に学生全員に発言を促されたことは、双方向の意見交換の場とすることに大変効果があったと思う。

島根 1 号は、福島第一 1 号(BWR3)をモデルプラントとしてスタートし、その時点での最新型 BWR4 の非常用炉心冷却系を採用したのをはじめ、中国電力殿から火力での運転・保守経験などを示され、GE ではなく、日立はどうすれば良いと考えるかを常に問われ、それらを設計に反映した日本独自のプラントであったことを思い浮かべ、学生との対話では、シニアの知識を単に伝えるということより、電力システムの現状について「あなた自身はどう思っているか。あなたはこうすれば良いと考えるか。」を問いかける場とするように心がけた。自らの意思(夢、理想)が大切であることを少しでも伝えることができたと思う。

【大野 崇】

北九州高専の宮内先生のご紹介で、初めて松江高専の箕田先生のところへお伺いして対話会開催を快諾いただいた。第 1 回目の開催で、松永さんと B グループの高専 5 年生 5 名と対話を行った。就職環境に恵まれており全員が内定済(中国電力 1 名)であった。

箕田先生の指導が行き届いており、まじめかつ自分の考えを述べる積極性が見られた。

金氏さんの事前の基調講演が功を奏し、技術的対話が成立し、深堀の対話が成立した。

「再生可能エネルギー及びエネルギー自給に関する政策」のテーマについて、学生の事前質問を中心に、学生の考えを引き出す形で進めた。再エネで安定した電力供給が可能になれば原子力や火力の依存度はどうなるのか、国際情勢で資源確保ができなくなった場合の自給率はどうか、2030 年の火力割合はなお高いがカーボンニュートラルの実現可能性は、パリ協定の達成は、などについて自由な対話を行った。皆で 1 つのテーマで話し合いまとめる経験は初めてのようで、全員が集まり相談してまとめていたのは良い経験となったのではないかな。

【松永健一】

松江高専の対話会は今回が第1回目である。北九州高専の宮内真人教授のご紹介で、松江高専における初めての対話会の開催を6月21日に箕田充志教授にお願いに伺い、快諾をいただいた。その事前打合せでは、「SNW 対話活動 15 年間の活動報告」(原子力学会誌 2020 年 11 月)や「2021 年度北九州高専対話会 開催計画と報告書」などの SNW 対話会資料をご紹介したり、9 月 28 日には、「基調講演」の内容を箕田先生と参加シニア4名でリモート打合せを行い、先生の「送配電工学」の授業内容や他団体の講演内容と重複しないようにしたりなどの松江高専のご要望に沿うように調整した。その結果、直流送電(海底送電、海洋風力から陸地直流送電、英国など海外例)、送電網強化(50~60Hz 変換、直交変換)、北海道ブラックアウトの原因、電力広域的運営推進機関の送電網強化計画などを追加もしくは強化した。また、教科書を調査して、「基調講演」などに対する質問への回答に反映したりもした。

対話会の約1ヶ月前に「基調講演」を行い、それに対する「学生の感想」(講演を聞いて理解できたこと、疑問に思ったこと)、「講師逆質問に対する学生回答」や「学生からの質問」を調査するとともに、対話会前に「学生質問へのシニア意見(回答)」を送付し、対話会当日には「逆質問の学生回答に対するシニア評価」を対話会の前に基調講演の講師と学生間で議論した。それらの事前準備を行った上で、対話会に進んだ。

私にとって 2022 年度は世話役を初めて経験する年であり、宇部高専対話会に続き2回目である。宇部高専対話会の反省も踏まえて進めたつもりであるが、計画どおりの成果が得られたか十分評価したい。SNW 共通の「事後アンケート」を行うだけでなく、対話会前に学生個々の感想や質問をできるだけ早目に入手し、学生の考え方の変化などに極力留意しながら、有意義な対話になるように進めたいと心掛けた。

4. 学生アンケート結果の概要(基礎講演の前後、対話会の後)

今回は、対話会の約1ヶ月前に「基調講演」を行った後に、①基調講演講師からの学生への逆質問及び②それへの学生回答、③その学生回答に対する基調講演講師の評価を行った。その後に対話会を行った。各々の開催の前後に「学生の考えたこと」や「感想」などを調査して、この約1ヶ月の間に学生の意見が、どのように変化したかを追ってみた。

(1) 基調講演で聞きたいこと(基礎講演前)

■Aグループ:「原子力発電の再稼働と電気料金」

金氏 顯〇、後藤 廣

(原子力発電の安全審査と稼働率)

- ① 原子力規制委員会の安全審査はどのような過程で何を審査しているのか。
- ② 原発の再稼働に向けた動きが進んでいるように思います。政府は本気で原発依存度を減らそうと取り組んでいるのですか。
- ③ あと8年で原子力発電所17基を再稼働できるのか。
- ④ なぜ原子力発電所の運転期間が40年と決まっているのか。

- ⑤ 今後、日本が原発を増設することはあるか。
- ⑥ 将来は必要な電力量が多くなると思うが大丈夫なのか。

(電力自由化と電気料金)

- ⑦ 電力自由化は意味があったのか。
- ⑧ 電気料金はどこまで高騰する(上がる)のか。(2件)
- ⑨ 今後、高騰した電力価格がかつての水準近くまで下がる見込みはあるのか。
- ⑩ 島根の原子力発電所が再稼働した場合、家庭の電気料金はどのくらい安くなるのか。

■Bグループ：「再生可能エネルギーおよびエネルギー自給に関する政策」

大野 崇○、松永健一

(再生可能エネルギー)

- ① 再エネを拡大するにはどうすれば良いか。実際に割合は高くなっているのか。
- ② 日本で、地熱などのエネルギーはどこで利用されているか。
- ③ 日本は、どこでバイオマス発電を行っているか。
- ④ 技術の発展により、再生エネ発電で安定した電力供給が可能になった場合、原子力や火力の依存度は下がるべきだと思うか。

(エネルギー自給政策と電力融通)

- ⑤ 国際情勢により、エネルギー資源の確保が今後難しくなった場合、日本国内でエネルギーの自給はどの程度可能か。
- ⑥ 最新のニュースで関東近辺では電力逼迫が問題となっているが、西日本ではそういったニュースは聞かない。電力の融通はできないのか。
- ⑦ 2030年に火力発電割合の目標が41%で、2050年にカーボンニュートラルが実現できるのか。
- ⑧ 政権が変わるごとにパリ協定を脱退したり復帰したりして良いのか。

(2) 基調講演を聞いて理解できたこと、疑問に思ったこと／基調講演講師からの逆質問(宿題)の内容(基調講演の終了後)

「理解できたこと」は、カーボンニュートラルの意味、パリ協定やエネルギー基本計画への日本の取り組み、再エネの安定供給や中国依存への懸念、原発の再稼働や新增設の必要性、ウクライナ危機による世界への影響、欧州の原発回帰と脱ロシア、エネルギー価格高騰、日本の電気料金、世界の原発稼働状況や新しい原子炉の開発、当事者意識で考えるべき時が来た、など。

「疑問に思ったこと」は、カーボンニュートラルが実現できるか、優先的に解決すべき課題は何か、再エネ目標値の設定理由、風力発電で他国と提携しなかった理由、地熱の利用場所、エネルギー価格高騰をどう解決するのか、今後の電気料金の動向、原発なしで将来の電気が賄えるのか、必要基数の原発再稼働は可能か、日米で原発の稼働期間が違う理由、原発規制審査が進まない理由、原発の反対者は安定供給や電気料金の実態をどこまで知っているのか、など。

「感想」は、原発の普及や市民の理解のための広報や、省エネや節電の働きかけが必要、原発の有用性をもっと知らせるべき、今後更に電気料金が高騰する、原発再稼働で安定供給や料金値下げは可能か、米国カリフォルニア州の停電で一つの電源に頼る危険性が分かり電源構成割合の難しさを知った、やはり原発の長期利用が必要、CO2削減を世界で共有すべき、など。

基礎講演講師から学生への逆質問（宿題）は次のとおり。

Q 1. 中国電力の現在の電力構成は。また、島根 2 号再稼働後はどうなるでしょうか。

Q 2. なぜドイツはロシアへの依存度が高いのでしょうか。

Q 3. 東京電力や中部電力に比べて、関西電力や九州電力の電気代が安いのは何故でしょうか。なお、中国電力は中部電力よりやや下で、同じ傾向になります。

Q 4. 泊原子力（207 万 kW、日本海側）が稼働していればブラックアウトは防止できたでしょうか。

Q 5. 直流送電を海底送電に採用している理由は。

Q 6. 日本はなぜ周辺諸国と電力の連携は無いのでしょうか。

Q 7. 太陽光や風力発電機器はなぜ中国が世界シェアトップなのでしょうか。

(3) 学生の宿題回答と基調講演シニアの評価（グループ対話の開始前約 30 分）

Q 1. 中国電力の現在の電力構成は。また、島根 2 号再稼働後はどうなるでしょうか。

A 1. 現在の電力構成・石炭火力 36%、ガス火力 20%、石油火力 3%、水力（3 万 kW 未満）4%、FIT 電気 10%、卸電力取引所 20%、その他 7%。島根 2 号再稼働後は、

①原子力発電の割合が 10%を占め、その分火力発電の割合が減る。

②島根 2 号の発電量が 8 2 万 kW であり、中国電力での発電量約 7%を占めているため電力構成で見ると 3～4%程度上がり、その分火力が下がると考える。

③火力発電の割合は年々減少していることから島根 2 号再稼働後はさらに減少する。

【評価】①が正解。③もほぼ正しいが、定量的な答えが欲しい。②数字の 7%、3～4% は「設備容量（kW）」で計算した数字と思いますが、「発電量（kWh）」は、設備容量×年間 365 日の時間×稼働率、で求めます。再生可能エネルギー（太陽光や風力）は稼働率が低い（太陽光は 0.12、陸上風力は 0.25 程度）ので発電量は原子力（約 0.8）や火力（約 0.7）よりもかなり少ない。メディアでは「太陽光発電設備 100 万 kW は原子力発電所 1 基分」と書くことが多いが、発電能力（kWh）を原子力発電所 1 基分にするには太陽光発電 670 万 kW（メガソーラー 67 か所分、設置面積は 100 倍以上）も必要になり、エネルギー密度が高い原子力に比べ、太陽光や風力は“非常に薄いエネルギー”と言えます。

Q 2. なぜドイツはロシアへの依存度が高いのでしょうか。

A 2. ①ドイツは自国で採れる天然ガスの量より、消費する量が多いから、周辺国で天然ガスが多く採れているロシアに頼らざるを得ない状況になっているから。

- ②LNG を液状化せず、ロシアからのパイプラインでしか輸入していなかったため、他国からの輸入が難しいから。
- ③パイプラインで天然ガスを輸入することで輸送コストを削減しているため。
- ④ドイツは天然ガスを備蓄しておらず、ロシアから天然ガスを供給してもらっているため。
- ⑤ドイツが第二次大戦中のナチスによる東欧諸国への残虐行為によって冷え込んだロシアとの関係の緊張緩和を推進する一環として、エネルギーの輸入を高い割合でロシアに依存していると考えられる。

【評価】ドイツは欧州一の工業国で、重工業、自動車産業など電力多消費産業がフランスや英国より多く、ドイツは石炭産出国だが、脱炭素化政策でより CO2 の少ない天然ガスの利用が増加している。また 2011 年の福島事故で脱原子力政策となり、ますますロシアの天然ガスに頼ってきた。

ロシアからの安価な天然ガス、石油をパイプラインで大量に輸入できる地政学的メリットもあった。その背景には第 2 次大戦でロシア（旧ソ連）と戦って大量に戦死者を出して、国土を荒廃させた償いの意味もあった。教訓はメルケル政権時に脱炭素、脱原子力、脱石炭の政策を取ったために、再エネと天然ガスという限られたエネルギー源にしまったことです。①～⑤は部分的には正しいが上記のような理由です。

Q 3. 東京電力や中部電力に比べて、関西電力や九州電力の電気代が安いのは何故でしょうか。なお、中国電力は中部電力よりやや下で、同じ傾向になります。

A 3. ①関西電力や九州電力のほうで稼働していた原発が多く、福島の事故以来火力など他の発電に置き換えたことで、その燃料分だけ電気代が高くなった。

②原子力発電を再開したため発電コストが削減できたから。

③原子力発電所の占める割合が大きく、再稼働している発電所があるため。

【評価】全て正解です。

Q 4. 泊原子力（207 万 kW、日本海側）が稼働していればブラックアウトは防止できたでしょうか。

A 4. ①地震による異常が原発に起こらなければブラックアウトは防止できたと思う。

②ブラックアウトは、電力供給の急激な減少による周波数のずれによるものであった。

地震により供給の 4 割ほどをまかなう火力発電施設が緊急停止したため、泊原発が稼働していた場合でも電力供給が間に合わなかった可能性が高いと考えられる。

③停止した発電所の電力合計が 193 万 kW、原子力より少ないため稼働していればブラックアウトは防げたと思う。

④NO, 原因が地震であるため、供給が止まるどころか原子炉が破壊されて二次被害が出る可能性のほうが高いと考えられる。供給できたとして不足分を賄いきれるとは思えない。

⑤泊原子力は北海道電力の発電設備において大きな割合を占めているためベース電源として運用されていれば防止できたと考える。

【評価】①、③、⑤が正解です。②は泊原子力の発電容量は停止した火力より大きいので電力供給は出来た。④は太平洋側での地震なので、日本海側の泊原子力が運転していたとしても震度は小さく運転停止にはならなかった、と当時北海道電力は評価しています。東日本大震災の時に東北地方から関東地方の太平洋岸の全ての原子力も火力も運転停止しましたが、首都圏がブラックアウトにならなかったのは日本海側の東電柏崎刈羽原発が稼働していたからなのです。

Q 5. 直流送電を海底送電に採用している理由は。

A 5. ①海底送電は、長距離送電なため長距離送電に有利な直流が使われる。また交流では、ケーブルで送電する場合、誘電体損失が大きくなるため、直流が使われる。

②海底送電を行う場合、送電距離が比較的長距離になる。送電距離が長くなると、電力損失が交流送電に比べて直流送電が有利になるため。

③交流とは違いリアクタンス成分がないため損失が小さい。そのため海底ケーブルなどの長距離では直流成分が有利だから。

【評価】私は電気工学は全く専門ではないので、専門家に書いていただいた添付資料をご覧ください。私も勉強になりました。なお、箕田先生からも授業で習うと思います。

Q 6. 日本はなぜ周辺諸国と電力の連携は無いのでしょうか。

A 6. ①日本はヨーロッパ諸国とは違い、海で囲まれているため、連携するための設備を作るのによりコストがかかるためだと考える。

②日本は島国であり、大陸からの電力ケーブルを設けなくてはならなくなるため、もしそのケーブルに不具合が起きたら日本で電力不足が起きるため。

③島国であることによる送電設備を配置するための経済的負担の大きさや、再生可能エネルギーの普及率が低いことから、周辺諸国との電力連携は現時点では難しいと考えられる。

④日本の需給バランスの調整を各エリアで行っており、系統連系が串団子状になっている。そのため離れたエリア間や周辺諸国で大容量の電気を融通することが難しいため。

【評価】いずれも技術的には正しいですが、最も大きな理由は中国とは政治体制が異なること、韓国は国営電力であり料金のお半が税金で賄われて安価であること、などから国家の経済と社会生活の基本の電気を連携することは安全保障上問題が多いからです。

Q 7. 太陽光や風力発電機器はなぜ中国が世界シェアトップなのでしょうか。

A 7. ①中国自体が環境汚染問題に悩まされており、その解決策として考えられた一つが再生可能エネルギーによる発電であり、開発を進めていくうちに世界トップシェアになったと考える。

②中国政府は、二酸化炭素の排出量を2030年までに減少させ、2060年までにカーボンニュートラルを実現するという国家目標を掲げている。そのため、再生可能エネルギーによる発電量を増加させるために、積極的に設備投資を行っているという背景がある。

③新技術開発よりも汎用化した技術に特化し、大量生産を行うことで圧倒的な低価格化をしたから。

④発電機を設置できる広大な土地があり、政府が財政支援や電気料金の優遇を行っているから。

⑤中国では環境汚染が深刻な問題となっており、再生可能エネルギーの開発に力を入れたのだと考えられる。

【評価】皆さんの答えは要因の一部です。最も大きな理由は価格が日本や欧米の太陽光パネルや風力発電機よりもかなり安いので、再エネ業者が利益を求めるために安価な中国製を購入するからです。中国は安い石炭を安い石炭火力発電で安価な電気を作り、安い労働力で、いまやハイテクとは言えない太陽光パネル、風力発電機を大量に安く製造して、政府の再エネ拡大方針の下、まずは中国国内に販売し、実績を作って日本や欧米に販路を広げたのです。太陽光パネルの技術開発は日本やドイツが、風力発電は米国やデンマークなど欧州が先行していましたが、瞬く間に中国に追い付かれ、追い越されてしまいました。

皆様の回答、ありがとうございました。エネルギー安全保障や経済安全保障について考えていただく質問が多かったので、学校では学ぶ機会の少ない、難しい質問だったと思います。

今後社会に出たらこのような視点からもエネルギーを考えてみるようにしてください。

(4) 事後アンケート（対話会の終了後、SNW 共通）

対話会の終了後に、SNW 共通の学生アンケートを実施した(11 人、回収率 100%)。他の対話会に比べて時間的余裕があったせいか、聞きたいことが聞けたか／講演で得られたことに対する満足度が高い。

1) 講演・対話内容の満足度、得られたこと、必要性

①満足度・・とても満足(36%, 36%)、ある程度満足(64%, 55%)、やや不満(0%, 9%)。ほとんどの学生が満足している。満足した理由として、(講演)「原子力への疑問を詳しく知ることができた」「原子力発電により災害時に大停電を防げることが分かった」、(対話)「逆質問を考える機会が設けられていた」「しっかり疑問や意見を言えた」など。

- ②聞きたいことが聞けたか・・・十分に聞けた(45%)、ある程度聞けた(45%)、あまり聞けなかった(9%)。ほとんど全員が聞けたと回答している。聞けた理由は、「素朴な疑問に丁寧に回答があった」「図を用いて説明された」など。
- ③今回の講演で得られたことは何か(複数回答可、全 20 件)・・・新しい知見(45%)、マスコミ情報との違い(30%)、将来の進路の参考(5%)、教育指導の参考(10%)。「新しい知見」「マスコミ情報との違い」が多い。
- ④「学生とシニアの対話」の必要性・・・非常にある(73%)、ややある(27%)。ほとんどの学生が「ある」と回答。必要がある理由として「専門知識を交換できる機会は必要」「若い世代に正しい知見を与えるため」など。
- ⑤友人、後輩などへの講演会参加の勧め・・・勧めたいと思う(82%)、どちらとも言えない(18%)。勧めたい理由としては「知識を深めるにはかなり有効」「いろんな意見を聞ける」など。

2) 放射線／放射能、原子力発電、2050CN／エネルギー危機に関する質問

- ①放射線／放射能に対する認識(複数回答可、全 13 件)
やはり怖い(8%)、恐れる必要はない(69%)、理解できた(15%)、生活に有用(8%)。大多数は一定のレベル以下であれば恐れる必要がないとしており、「やはり怖い」と思っているのはかなり少数(1 件)。
- ②原子力発電必要性の認識
強く認識／削減・撤退すべきでない(55%)、原発必要の認識は変わらない(27%)、原発を早期に削減・撤退すべき(0%)、原発停止・再エネ拡大(9%)、分からない(9%)。8割は原子力発電の必要性を認めている。その理由として「再エネ主体では電力の安定供給に大きな影響がある」「化石燃料はいずれ無くなるので、電力の安定供給のためには原子力が必要」「カーボンニュートラル(CN)の実現のためには原子力発電が必要」など。
- ③2050CN 政策の必要性
必要であり実現可能(27%)、必要であるが実現するとは思えない(73%)、分からない(0%)。ほとんどが「必要ではあるが実現するとは思えない」と考えている。その理由として「何をして実現するかが曖昧過ぎる」「原発の再稼働と新設をしない限り CN は実現しない」など。
- ④世界的なエネルギー危機への認識
大変厳しい状況である(27%)、厳しい状況である(73%)。ほとんどが厳しい状況と認識している。その理由として「ウクライナ侵略や資源の枯渇」「化石燃料が使えなくなり生活に大きく影響する」など。
- ⑤わが国として 2050CN の実現とエネルギー危機への対応(複数回答可、全 23 件)
多い順に「原子力を最大限活用すれば可能(30%)」「CO₂ の分離などをすれば可能(26%)」「水素などへの燃料転換により可能(13%)」「不安定な太陽光や風力には限界がある(13%)」。その理由として「資源を安く輸入でき、電力を安定供給できる原子力発電の割合

を増やすべき」「再エネで電力を安定供給できるまで火力発電に代わって原子力発電の割合を増やすことが必要」など。

5. 別添資料リスト

- 基調講演 テーマ:「エネルギー危機と原子力の役割」、講師:金氏 顯
- 学生アンケート結果(対話会后)

(報告書作成:2022 年 12 月 5 日)