

学生とシニアの講演・対話 in 北海道教育大学函館校 2021 報告書

日本原子力学会シニアネットワーク連絡会 (SNW) 松永一郎



北海道教育大学函館校キャンパス

講演会と対話会は、北海道教育大学函館校の公開講座「環境と放射線」を受講している国際地域学科の学部1年生から4年生を対象に行われた。

講演会と対話会は別々の日に、それぞれ WEB 方式で実施した。講演には60名余りの学生の参加があった。その中の23名が対話会に参加した。

講演／対話のテーマは菅政権の新政策に焦点を当て「日本のエネルギーの現状と課題—2050 カーボンニュートラルに向けて」とした。第6次エネルギー基本計画にまで踏み込んだ難しいテーマだったが、学生の理解は十分に深まった。

本報告の構成 (目次)

1. 講演会の概要	2
2. 対話会の概要	3
3. 対話会	6
4. 参加シニアの感想	9
5. 学生アンケート結果のまとめと感想	14
6. 別添資料リスト	15

1. 講演会の概要

1) 教職および公務員等を志望する学生63名が参加

- ・ 講演は国際地域学科の1年生から4年生、63名を対象にWEB方式でおこなわれた。受講は自宅にいて、個人のPCを使用している。
- ・ 国際地域学科は文系の「国際協同、地域政策」と理系の「地域環境科学」ならびに教育系の「地域教育」に分かれている。
- ・ 講演は公開講座「環境と放射線」の一環として行われ、単位取得対象になっているので学生は皆真剣である。受講後にレポートを中村教授宛に提出しなければならない。
- ・ 演題は「日本のエネルギーの現状と課題—2050 カーボンニュートラルに向けて」とした。
- ・ 講演会後にアンケートを実施した。講演に対してほとんどの学生が「満足」と回答し、聞きたいことも「十分に聞いた」と回答している。

2) 日 時

- ・ 7月13日(火)：講演資料(金氏 顯氏作成)を学生に送信
- ・ 7月14日(水)：講演会
13:00~13:05 全員集合(集合ルーム) 開会挨拶(中村秀夫教授)
13:05~14:15 講演(金氏 顯氏)

3) 場 所

- ・ 北海道教育大学函館校 ZOOM MEETING を使用
- ・ 主催者：北海道教育大学函館校 国際地域学科 中村秀夫教授

4) 参加者

- ・ 北海道教育大学函館校：中村秀夫教授
- ・ 学生：63名(「環境と放射線」を受講する学部1~4年生)
- ・ シニア：7名：大野崇、岡本弘信、金氏顯、工藤昭雄、古藤健司、船橋俊博、松永一郎

5) 講演

- ・ 講演者名：金氏 顯
- ・ 講演題目：日本のエネルギーの現状と課題—2050 カーボンニュートラルに向けて
- ・ 講演概要：学生は理系、文系が半々であり、原子力には詳しくないが、1週間前に原産協の講演を聞いていた。そのため中村教授とも相談

の上、地球温暖化問題に直接関係し、政府が今検討中の「第6次エネルギー基本政策」にまで踏み込んだ内容とした。その中で原子力エネルギーについて学生に考えてもらうことにした。

6) アンケート結果の概要

・参加者の内、エネルギーや原子力への関心があるものは約50%であった。講演の満足度は「とても満足」が57%、「ある程度満足」が43%であった。また、「聞きたいことが聞けた」と答えたものは92%であり、講演が学生の期待に沿っていたことが伺える。

・講演のアンケート結果の詳細 (PDF) を添付する。

2. 対話会の概要

1) 理系の地域環境グループ所属の学部学生を中心に23名が参加

・中村教授の地域環境グループ所属の1年生から4年生19名と文系所属の4名、合計23名が参加した。そのうち10名は昨年度のWEB対話会に参加している。

・対話会は4グループに分け、対話のテーマは講演と同じ「日本のエネルギーの現状と課題ー2050カーボンニュートラルに向けて」とした。

・対話会に先立ち、学生は「対話会で聞きたいこと、話したいこと」をシニアに提出した。提出された質問には本質を突いたものが数多く見られた。提出するにあたり、学生は録画された講演の内容を繰り返して勉強している様子がうかがえる。

・シニア(各グループ2名)は学生からの質問に対して回答書を準備、回答書は中村教授を通じて対話会の前に学生に配信された。対話会では学生の質問や意見を中心に意見交換を行い、深掘した効果的な交流を行うことができた。

・事後アンケートでは、学生の70%が“とても満足”30%が“ある程度満足”と答えている。“聞きたいことが聞けたか”との質問には22名が“十分に聞けた”と答えており、1名が“あまり聞けなかった”と答えている。

・学生の内、半数が初等中等の教員志望者であり、難しいテーマではあったがエネルギー・環境問題が自分たち自身の問題であり、如何にして次世代の児童生徒や同世代の人々に“分かりやすく伝えていくか”という熱意が感じられる対話であった。

2) 日時

・7月14日(水): 講演会

- ・ 7月21日（水）：学生からシニアへの質問
- ・ 7月26日（月）：シニアから学生への回答
- ・ 7月28日（水）14:50~17:30：ZOOMによるWEB対話会を開催

3) 場所

- ・ 北海道教育大学函館校 ZOOM MEETING SYSTEM
- ・ 主催者：北海道教育大学函館校 国際地域学科 中村秀夫教授

4) 参加者

- ・ 北海道教育大学函館校：中村秀夫教授
- ・ 学生
 - ◇所属別：23名（地域環境科学グループ19名、文系4名）
 - ◇学年別：1年（7名）、2年（1名）、3年（8名）、4年（7名）
 - ◇性別：男性（13名）女性（10名）
- ・ シニア：8名：大野崇、岡本弘信、金氏顯、工藤昭雄、針山日出夫、船橋俊博、松永一郎、古藤健司
- ・ オブザーバ：西田哲明

5) 7月28日（水）の対話会スケジュール

- | | |
|-------------|---|
| 14:50~15:00 | 全員集合（集合ルーム）
オープニング（中村秀夫教授）、SNW挨拶（金氏顯 SNW九州会長） |
| 15:00~15:10 | グループ別にブレイクアウトルームへ移動（4グループ）
アイスブレイキング（自己紹介など）
学生リーダーやグループ別発表者の決定 |
| 15:10~16:40 | 対話・・・各グループのシニア代表がファシリテータとなる。
終了後・・・シニアは全員集合ルームへ退出、学生は残る |
| 16:40~16:55 | ディスカッションまとめ（各グループ学生）
終了後・・・学生は集合ルームへ退出 |
| 16:55~17:15 | 全員集合（集合ルーム）
グループ対話発表（5分／グループ）、質疑応答 |
| 17:15~17:20 | 講評（針山日出夫エネルギー問題に発言する会代表幹事） |
| 17:20~17:30 | クロージング（中村秀夫教授）
終了後・・・シニアは退出、学生は残る |
| 17:30~ | 学生はアンケートへ記入、記入後中村教授へ提出（メール） |
- （注）アンケート用紙は事前に中村教授から参加学生にメール配信

6) SNW 代表開会の挨拶 (金氏 顯 SNW 九州会長)

原子力学会シニアネットワーク(略称 SNW)は 2006 年に原子力学会の OB 会員の連絡会として、次世代の若者たちに原子力の重要な役割を正しく伝える活動を目的として設立しました。会員は原子炉メーカー、電力会社、研究機関、大学等で原子力の仕事に携わった人たち約 300 人、平均年齢は 70 歳超ですがまだまだ元気です。毎年全国約 20 校以上の大学や高専の学生との対話会を開催し、これまで対話した回数は約 200 回、学生人数は約 6500 人になります。

昨年秋に菅総理が 2050 年カーボンニュートラルを宣言して以来、脱炭素社会に向けて日本はあらゆる社会経済活動が大きく舵を切ろうとしています。2週間前の基調講演で、中村先生のご要望により 2050 年カーボンニュートラルとそれに伴うエネルギー政策の最前線のお話をさせていただきました。皆さんからの感想や、事前質問には各人 2 つの内の 1 つはカーボンニュートラルに関することでした。30 年後には 50 歳代になり社会で指導的な立場に立つことになる皆様方が、自分事として大変関心を持ったことがよく分かりました。

今日はいよいよ対話会です。限られた時間ですが、双方向の対話になるよう心掛け、皆様の今後の研鑽の基礎となりますよう期待しています。

7) SNW 代表者の講評 (針山日出夫エネルギー問題に発言する会代表幹事)

- 先ずは、本日の対話会の開催と準備に尽力いただいた中村先生とシニア松永世話役に感謝申し上げます。又、夏休み中のこの日に参加いただいた学生と参加したシニア各位に御礼申し上げます。
- 今回の対話会を通して大変印象に残った 3 点を申し上げます。
 - ① 世代を超えた対話が十分に機能した事。凡そ 50 歳位の年齢差がありますが、双方に関心のあるエネルギーや地球環境問題などのテーマについて双方向の対話が成立しました。学生諸君の学びたい・知りたいたいという真摯な姿勢とシニアの経験・見識がかみ合った対話会でした。基本認識を共有できたことが大きく、基調講演がその役割を果たしたものと思います。世代を超える対話会の持つ可能性を肌で感じました。
 - ② 学生諸君の質問力が素晴らしい事。全ての事前質問や基調講演の感想を見ましたが、問題の核心に触れるスイートスポットに当たっている質問が多くありました。ただ単に知識や情報を求める質問だけでなく物事の考え方を学びたいという質問も多くありました。質問力は自分を磨き上げ、自分の人生を開拓していく力そのものなので大変素晴らしいことであると感心しました。

- ③ グループ発表が良かった。発表スタイル、内容など短時間で良く纏めているしクールであると感心しました。メリハリのあるプレゼンは今後のいろいろの局面で必要になりますので益々自信をもって自己表現力を磨いてほしいと思います。
- 学生の皆さんはこれから社会に出て教育者の立場などで社会に貢献されると思います。周りから愛され信頼される人間になって自分の将来を切り開いて行って欲しいと願います。最後に、北海道教育大学の益々の隆盛を祈念申し上げます。

3. 対話会

(1) グループ1 (大野)

1) 参加者

- ・ 学生:5名(4年3名、3年2名、)
志望・・・中等理科2名、高校化学、文系教員、公務員
- ・ シニア:岡本弘信、大野崇(ファシリテータ)

2) 主な対話内容

- ・ 学生からの下記事前質問に対してシニアから説明
 - ① カーボンニュートラルに関連し、今後の火力発電(特に石炭火力)の行末。原子力発電は新設されるのか。
 - ② 世界で約90%を占める軽水炉と軽水炉以外の炉の違いとメリット・デメリットを知りたい。PWRとBWRのメリット・デメリットをもう少し詳しく知りたい。次世代の原子炉の状況について知りたい。
 - ③ 原子炉は今の状況のままほとんど使われないままか。カーボンニュートラルは何故環境に良いのか。
 - ④ 広島・長崎原爆投下、福島第一原発の事故、地震国の懸念材料を有する日本で国民の理解を得る具体的な方策や案を聞きたい。現時点では対策が見通せていないカーボンニュートラルを目指すより単純に炭素排出量の減少を考えた方がより現実的ではないか。瑞浪、幌延見学での疑問は、ようやく文献調査入った段階、また青森県六ヶ所の中間貯蔵施設の利用期限が迫る状況を鑑み、期限内に最終処分場の計画・建設に着手できるか。
 - ⑤ アンモニア混焼発電の可能性とコスト・安全性は。2020年操業開始予定の再処理工場で使用済み燃料はどの程度の期間で再処理可能かまたコストを知りたい。
 - ⑥ 今後再生可能エネルギー発電だけとなるのか。
 - ・ 上記に関する学生との主な対話(学生発表)
 - ① カーボンニュートラルの技術革新、国民理解、再処理の現状を中心にシニアの話聞いた。今後、教師となり子供たちにエネルギーの話伝える上で、やはり正し

い知識を知ることの必要性を感じた。対話時間がなくなりもう少し対話がしたかった。

3) G1学生の質問に対するシニアの回答

・(添付)P16~P30 参照

(2) グループ2 (金氏)

1) 参加者

- ・ 学生: 国際地域学科: 7名(4年:2名、3年:1名、2年:1名、1年:3名)
- ・ シニア: 工藤昭雄、金氏 顯(ファシリテータ)

2) 主な対話内容

・ 前半は、学生からの16件の事前質問(下記には一人1件のみ記載)に対してシニアから概要説明。学生はほぼ理解し、若干の更Qと意見交換。

①2050年のCNに向けて、原子力の新增設が必須である理由については理解できたが、なぜ政府が第6次エネルギー基本計画に取り込まないのか。

②第6次エネ基の電源構成の「再エネ」の項目の想定をどれくらい満たすことができそうなのでしょうか？

③世界中でESG投資が拡大しており、実際に企業が行っている環境を考えた取り組みにはどのようなものがあるのか教えてください。

④国が原子力発電所の増設をいざ実行しようと考えたとき、「国民の理解」を優先するのか、それとも「人財やサプライチェーンの回復」を先に行うのだろうか。

⑤地震や津波が多く、国土は広くはないので逃げ場も少ない。原子力発電所はどのように対策したら多くの人が安心できると思うか。

⑥日本を含む125ヶ国と1地域がカーボンニュートラルを実現しようとしているが、日本のカーボンニュートラル計画の進行は早い方なのか遅い方なのか。

⑦シニアネットワークの方々は、2050年CN達成は可能だと思いますか？もし、不可能であるのならば、CNとSafetyの面のどちらを優先すべきだと思いますか？

・後半にはシニアからのいくつかの質問(【逆Q】として)に学生7人が回答。

① 原発の新增設・リプレースを第6次エネ基に明記してもらうにはどうしたらよいか？⇒メディアやSNSの活用など。⇒台湾の原発ゼロ法廃止を国民投票にかけて勝利した若者主体、SNSで資金集め、賛同票集めの活動し勝利した話をシニアから紹介したが、学生は大変感銘を受けた様子。

② CNの問題認識を改めるためには、どうしていくことが必要か？⇒今後関連情報を良くフォローしていきたい、温暖化のことをもっと勉強したい、など

③貴方の故郷の自治体が高レベル放射性廃棄物地層処分の文献調査の申請をしようとしたら、貴方は賛成か、反対か？⇒ほぼ全員が必要性和安全性を概略理解し、地元にも貢献できるとの理由で賛成意見、ただし風評被害は心配だ。

3) G2学生の質問に対するシニアの回答

・(添付)P31～P39 参照

(3) グループ3 (針山)

1) 参加者

- ・ 学生 : 5 名 (4 年 1 名、3 年 2 名、1 年 2 名、全員が国際地域学科、内女性 2 名)
- ・ シニア : 船橋俊博、針山日出夫 (ファシリテータ)

2) 主な対話内容

- ・ 学生からの下記質問に対してシニアから説明
 - ① 原発の新設が途絶えている状況で原発技術の継承や必要な人材確保を進めるための有効な方策はあるのか。
 - ② 原子力に関しては不安を助長する報道が多く、科学的事実が国民に十分伝わっていないと感じる。この状況を解決する打ち手はあるのか。
 - ③ 事故時の運転員の安全性は確保されているのか。
 - ④ 水力発電所は貴重な電源資源であるが増設計画の実情は。
 - ⑤ 太陽光パネルの中国依存はいったい何が問題なのか。
 - ⑥ 原発を無人島に設置するような考え方は現実的か。
 - ⑦ 日本が参考にすべきエネルギー政策を展開している国は何処か。
 - ⑧ メタンハイドレートの実用化は期待できるか。
 - ⑨ 寒冷地における電気自動車の課題や普及の目途の見通しについて。
- ・ 上記以外に、「原子力の利活用について日本では長年にわたり意見の対立がみられるが何故この対立を乗り越えることが出来ないのか」等について意見交換をした。又、エネルギー安全保障の意義とその考え方についても意見交換した。

3) G3学生の問題に対するシニアの回答

・(添付)P40～P48 参照

(4) グループ4 (松永)

1) 参加者

- ・ 学生 : 6 名 (4 年 1 名、3 年 3 名、1 年 2 名) (内女性 4 名)
志望・・・中等理科教員 3 名、文系教員、公務員、未定各 1 名
- ・ シニア : 古藤健司、松永一郎 (ファシリテータ)

2) 主な対話内容

- ・ 学生からの下記事前質問(順不同、質問の一部を統合)に対してシニアから説明し、追加質問や学生一人一人の考えを聞いた。
 - ① 地球温暖化の原因は二酸化炭素なのか。そうではないとの話もあるが、そうだと

して対策を取ることによるメリットとデメリットは何か？

② 地球温暖化対策上、原子力発電はメリットがある。原子力反対・賛成の意見を述べる前に世間はこの事実知るべきだ。それを解決するために学生のなすべきことは何か？

③ 2050CN の達成のために、2030 年の再生可能エネルギーの割合を 17%から 40%にするのに、現在どのような取り組みが行われているか？太陽光パネルは日本製でなく中国製が使われているのはなぜか？

④福島原発事故がなかったら、原子力発電は発電の主軸になっていたか？

将来、3E+S が実現できた時、世界又は日本の経済への影響は何か？

仮に国の(エネルギー・環境)方針が変わったとして、学生ができることは何か？

⑤原子力発電の世代交代はどう進むのか？原発の建設期間は何年か？フル MOX のメリットは？

⑥原子力安全について・・地震対策、廃棄物処理対策、福島第1原発の処理水の海洋生物への影響、米国の原子力に対する世論は？

・ 上記および基調講演に関する学生との主な対話および学生の考え

① 地球温暖化は近年「気候変動」と言われている。CO2 削減は国際的合意ではあるが、日本の国情を考えずに無理をしてまでそれに付き合えば 3E+S のバランスを崩し、エネルギー安全保障と日本経済に悪影響を及ぼす。

② 菅政権は 2050CN でエネルギー・環境政策の大転換を図ろうとしている。学生の皆さんの将来に大きくかわることであり、自分自身の問題として捉えてほしい。

③(学生意見) このような話は基調講演と対話会で初めて知った。自分なりによく理解し、自分より若い人に伝えていきたい。講演／質疑応答資料は役に立つ。

3) G4学生への質問に対するシニアの回答

・(添付)P49～P66 参照

4. 参加シニアの感想

(大野 崇)

・ 1 時間半の対話時間は短く学生さんの意見、考えを十分引き出すことができなかった。

・ 真摯な事前質問が多く、ちゃんと答えてあげたいという気持ちから回答に時間を要したのが要因であるが、あぶはち取らずの結果となりシニアとの意見交換を期待していた学生さんには不満が残ったのではないかと。

・ 回答は読んでもらっているという前提で、ファシリテータはポイントを事前に整理し、学生に逆質問するなどして学生に意見を言わせることにもっと注力すべきだったというのが大きい反省です。(回答は早めに送り時間的余裕を与える配慮が必要)

- ・中等理科、高校化学、文系教員、公務員志望の学生たちであったが、自分たちが生徒たちにどう教えて言ったらよいかの立場から本対話会に前向きに臨もうとする姿勢が随所にみられやりがいのある対話でした。
- ・中村先生から来年度の継続意向を言っていたいただき、本対話活動が教育の場でさらに役立つことを期待したい。
- ・最後に中村先生の並々ならぬご尽力に御礼申し上げたい。

(岡本弘信)

初めての参加でしたが、事前に基調講演があり、間を置いて聴講した学生からの質問を受け取っていたことで、最近のエネルギー事情や原子力の課題について突っ込んだ対話になるだろうと期待していました。その対話の種になるものとして回答をするのには、いま多彩に議論されているエネルギー問題でもあり、できるだけわかり易いものに仕上げるのに苦労しました。

その甲斐があつてか、シニアからの回答を丁寧に説明できたのですが、時間の制約から対話の回数が思ったほどとれませんでした。少ない中でも、勘所を抑えた学生の発言があり、グループ発表においても満足のいくものでありました。リモートなりのやり取りは出来たのかなと思います。

教員や公務員等として巣立つことになる学生は、「周りの人に理解してもらうにはどうすればよいのか？」との場面にぶつかることが多々あるでしょうが、今回の原子力シニアとの対話会でのことをいくらかでも思いだして、課題解決に向かってほしいと願っています。

(金氏 顯)

・まずは、中村先生と世話役の松永一郎さんのきめ細かい連絡調整の下、滞りなく所期のプログラム通り遂行できたことを喜びたいと思います。

・世話役から私に基調講演を、中村先生からご要望の 2050 年カーボンニュートラルに向けての我が国のエネルギーというテーマで仰せつかったのは 5 月ごろでした。以来、国内外の情報、動向にアンテナを高くして、知識の習得に努めながら、学生にどう話そうかと常に頭の体操をし、パワーポイント資料の作成に取り掛かったのは 7 月 14 日の約 3 週間前、そして約 1 週間前にドラフト完成し、参加シニアの内のファシリテータ 3 人にリハーサルを行い適切なコメントや材料をいただきました。

・講演内容はこれまでとは異なり、政治、経済、国際社会に跨る幅広い内容なので、大学 1~4 年生には難解かもしれないと危惧しましたが、3 日前に中村先生から、大変難しい内容だが、これからの良い勉強材料になるから、と GO サインを頂きました。

・講演には約 70 人の学生が聴講してくれましたが、数日後にいただいた感想文により意図したことを大変良く理解したことが分かって、大変満足しました。

- ・1 週間後の学生の事前質問にはカーボンニュートラルや将来のエネルギー政策の本質にかかわることへの疑問、質問が多く、回答するのは楽しい時間でした。
- ・そして対話会当日、90 分しかない前半はシニアが、後半は学生が口を開き、一応双方向対話は成立したのではないかと思います。あと 30 分くらい時間があればもっと深掘することが出来たと思いますが、大変充実した対話会でした。有難うございました。

(工藤昭雄)

- ・まず出された質問がよく検討されており、勉強している事を感じました。
- ・対話会を 2 日に分け、1 日目は講演を聞き、勉強し、2 日目は対話に集中するやり方を採用したのは良かったと思います。また対話時間を 90 分確保したことも良かったと思います。参加者が世話人を務めている東北の教育大でも 2 日に分けて開催しましたが、2 日目の対話時間 60 分より取れず、時間不足を感じました。)
- ・学生達には、将来自分が教える立場になった時の事を考えて、正しい知識を沢山身に付けようという、目的意識を持って参加していると感じました。(SNW の活動を、特定の意見を押し売りする集団とみなす人達もいるようです。しかし正しい知識、データを提供し、対話を通して、一緒に問題点を考えようというのが SNW の考えで、北海道教育大学の学生の態度は活動の励みにもなりません。)
- ・対話の進め方について
シニア側も質問をした学生に敬意を表して、1つ、1つ改めて回答をしたため、時間をロスしたように思います。シニアの事前回答が不十分と感じた学生の再質問だけの回答を行い、余った時間をシニアからの逆質問(第 2Gr の金氏さんのアイデア)の対話に使った方が良かったかも知れないとも、思います。
- ・思いつくまま、色々書きましたが、今回のような質の高い対話会ができたのは、中村先生の日頃のご指導の賜と思われ、改めて敬意を表したいと思います。

(針山日出夫)

今回の WEB 対話会は入念に準備された結果、大きな成果が得られたものと思います。以下、今後の対話会の参考となる諸点について感想を列記する。

- ① 事前の連絡調整と準備
中村先生と松永世話役双方の連絡が率直、迅速でシニアにとっては安心して入念な準備が出来た。
- ② 講演資料
基調講演資料は広範囲な分野の実態を精緻に網羅的に整理された情

報として集約さ充実した秀逸のテキストといえる。

③ 日程管理など

講演に対する感想提出と事前質問への回答作成を十分な準備ができる日程で管理されていた。

基調講演と対話の2週間のインターバルが良かった。

④ 事前質問への対応

事前質問への回答に当たっては学生の質問の背景や意図が十分感得出来ないものが散見された。独り言のような質問に対しては回答作成前に学生とやり取りをするべきであった。

(船橋俊博)

①対話会の事前講義及び事前の講義が効果的で、質問の項目が工学的な内容だけでなく社会的側面を含む広範な内容になっていた。どちらかというシニアと共通のプラットフォームを持つ工学部ではなく、教育大という事で幅広い興味を持った学生が参加している事が拍車をかけているように思われた。いろいろ参考になる点が多く興味深い対話会であった。

②質問内容については事前の講義に触発されてか広範であった。その分、趣旨が分かり難い面もあったが対話時に質問の趣旨を確認し対話を行った。

③質問は事前講義で聞いた内容に関して、主に自分自身として身近に疑問として感じていた点を反映したものが多かった。特に環境大臣に必要な資質や原子力の安全性を学ぶことと賛成反対の関連、日本として参考にしたいエネルギー政策を行っている国は？など、技術面ではない興味深い質問があった。

④対話自体に関しては、上述のように回答の趣旨が合致しているか確認したが、回答以外の他の切り口でも補足を行った。この為、やはり時間が足りなかった。対話という形式は色々な形があると思うが、相互理解を増すことを念頭に、情報量が多い側が多く時間を費やす傾向がある。特に「何か」を知りたいという質問に関しては、そのような傾向が強い。一方「何故か」という質問に対しては、対話が双方向で成り立ち易い気がする。質問側にある程度「何か」に関する理解がある事がそうさせているのかも知れない。今後「何か」についての回答を作成する際も、「何故か」を意識し対話になるように心がけたいと思った。

⑤初対面場合はやはり対面方式が効率的に感じますので次回は対面方式を希望します。

⑥今回の対話会を企画、運営、参加された皆さんに感謝します。

(松永一郎)

・ZOOMによるWEB対話は昨年につき2回目である。今年是对話開始前のアイスブレイキングに一定のパターン(入室確認、自己紹介、取り纏め者/発表者の選任)を取り入れた。そのため、どのグループもスムーズに対話に入れたと思う。

・対話のテーマが昨年10月、菅政権になってから始まった今一番ホットな2050CNであり、状況がなかなか掴めない学生には難しい話題であった。

・そのため「2050CNはエネルギー・環境政策の大転換であり、みなさんの未来に直結している問題である。自分事としてよく認識してほしい」ということを伝えることを対話の目的とした。

・学生からの事前質問は基調講演(金氏氏)のポイントを的確につかんでいるものが多かった。録画されたものを何回か見直したことが推察される。

・対話は事前質問に対する回答の説明を中心とした。説明の都度に追加質問や意見を聞いたがあまり出なかった。WEB対話では学生の顔が直接見えず理解の程度が判然としない。昨年と同じ限界を感じた

・最後に学生一人一人に意見を聞いた。「エネルギー・環境・原子力についてこのような話を聞くのは初めてであり、原子力のメリットについて知識を深め、後進に伝えていきたい」「講演/対話はとても参考になる」という意見が出た。

・なお、昨年も感じたことであるが、参加した1年次の学生2名から2050CNに直結する鋭い質問が出ていた。1年次生は先生から言われたからというよりも、自分から問題意識をもって参加するものが多いようであり、そのためかと思われる。

・今回も中村先生という良きパートナーを得て、何とか無事終えることができました。中村先生には心より深甚なる敬意と感謝の意を表します。

(古藤 健司)

教育大学の理科の教師を目指す学生さんらしく、エネルギー・地球環境の問題に関心が深く、エネルギー・環境・原子力を取り巻く諸問題について客観的な情報を知ろうとする姿勢が感じられました。質問の内容も時事報道からのものから派生した情報の確認事項が主であり常套であるが、自分たちの世代のなすべきことや原子力専門家の使命を問いただすものもあり改めてシニアのミッションを考えさせるものもありました。

総じて、2コマという短期間に、エネルギー・原子力の広範・詳細な情報を与えられ、それに関連した質問を考えるのは、学生さんにとって「百科事典を与えられ質問を出しなさい」ということですので、苦勞したのではないかと思います。

また、シニアに対する忖度も感じました。対話の時間1コマ（90分以内）は、6名の複数質問に対する回答の概要説明で終わってしまい、本来の目的を達成できたかは疑問が残ります。ディスカッションと言える学生との対話は成立したとは言い難いと思います。

むしろ、学生に対して問いを投げかけ、議論に引き込むことを考えるべきと感じました。それには、質問を絞って、学生諸君自身が考え込むような秘策を検討する必要があります。

”大学生”に”単なるイエスマン”を作ってはいけません。役に立ちません。賢い学生は”単純な原子力推進派”にはなりません（インフルエンサー、さらには、オピニオンリーダー）。「なぜか」「どうしてか」を考えてくれる学生でなければ！

「原子力の必要性は分かった。でも原子力は危ないでしょ？」に少しでも説得力のある知識・情報をもって反論できなければ。

対話会では、あえて、「原子力は安全か？危険か？」を問いかけて、議論するのも必要かと思います。シニアは論破できますか？論破しなければなりません！

（西田哲明）オブザーバ 元近畿大学教授

SNWの「対話会」にオンライン（Zoom使用）でオブザーバ参加した。対話会を運営された北海道教育大学中村秀夫教授に感謝申し上げます。モニター越しに先生の優れた指導力と学生さん達との大きな信頼関係を確認することが出来た。西田は近畿大学産業理工学部において、専門の無機化学、放射化学、環境科学、材料工学に加えて、高校教員免許取得を目指す学生を対象とする「理科教育法」を14年間（2003-2016）担当した。以下に率直な感想を記す。

①原子力および原子力発電の本質的な理解を助けるために「対話会」が企画されていると考えるが、担当者が「印刷された文章」を読むだけの場面が多くみられた。大学の双方向の授業とは大きくかけ離れた一方通行の授業であった。授業の主役は学生であり、大幅な改善が望まれる。

②これに関して、どこの大学でも「学生による教員の授業評価」を実施している。シニアの諸兄も対話会に関する授業評価を受けられたい。

資料の多くはインターネットや新聞、報告書、雑誌（Journal）等から引用されたものと思われるが、いわゆるコピーが多く文字や数字が読めない図表が少なからず見られた。大学の授業やゼミ、学会、講演会等で一般的に用いられているパワーポイント（スライド）の使用が望まれる。それが無理なら、せめて図表を拡大するなどの工夫が必要であろう。

5. 学生アンケート結果のまとめと感想

1) まとめと感想

- ・対話会に参加した学生は19名が理系であり、4名が教育系であった。
- ・そのうち、教員志望が50%を占めていた。
- ・全員がエネルギー問題や原子力への関心を持っており、講演会出席者の50%という数値と対照的であった。
- ・対話会へは70%が「とても満足」30%が「ある程度満足」と答えている。
- ・「聞きたいことが聞けたか」との質問には95%が「十分聞けた」と回答
- ・とても満足した理由として「学生間の意見交換やシニアの多様な考え方に触れることができたから」との答えが返ってきている。
- ・ある程度満足したと答えたものの中から「意見交換、結果のまとめ等の時間が短かった」との意見があった。予め対話の時間配分を考えておく必要がある。

2) アンケート結果の詳細

対話会のアンケート結果 (PDF) を参照

6. 別添資料リスト

- 講演資料：

「日本のエネルギーの現状と課題～2050年カーボンニュートラルに向けて～」
(金氏 顯)

(報告書作成:2021年8月16日)

以上

(添付) 学生質問に対するシニアの回答

北海道教育大対話会 グループ1 回答

2021年7月28日

シニア 大野 崇、岡本弘信

Aさん

質問：今後の日本の火力発電（とくに石炭火力発電）はどのように変わっていくのか。今後の日本の原発は新設される予定はあるのか

回答（大野）

気候変動への対応が世界的潮流となっており、我が国も2050年度までにCO2排出量をゼロとし、一里塚の2030年の数値目標を7月21日の経済相基本設計分科会で示しました（下図）。2019年度のデータで年間発電電力量の76%（LNG37%、石炭32%、石油7%）を火力発電が占めていたものを、取り敢えず41%（石炭は32%→19%）迄減らそうというものです。本当に減らせるのか、原子力で補えないのかのご質問だと思います。

私も、困難と思っております。太陽光・風力で頑張ってもらおうと大幅に増やそうとしていますがコスト、不安定、国土狭隘、環境問題の観点から限界があるからです。また、再エネのバックアップは火力に頼らざるを得ないからです。

原子力は、安全性が格段に向上しましたので割合を増やすことは可能ですが、社会的コンセンサスが得られていないとして消極的で新設の方針を外しました。

ということは、当面火力に頼らざるを得ないので高効率化や非化石燃料（水素・アンモニア）使用によるCO2排出削減努力のもと使用することとなると思います。石炭は世界的流れで撤退の方向ですが、安価ですのでCO2回収・利用・貯留（CCUS）の技術が確立できればまた使用されるのではないかと思います。

2030年におけるエネルギー需給の見通しのポイント① ※数値は全て暫定値であり、今後変動し得る。

- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの。
- 今回の野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要。(例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。)

		(2019年 ⇒ 現行目標)	2030年ミックス (野心的な見通し)
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	約6,200万kl (省エネ前の最終消費：約35,000万kl)
電源構成 <small>発電電力量： 10,650億kWh ⇒ 約9,300~9,400 億kWh程度</small>	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	36~38%
	水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)	1%
	原子力	(6% ⇒ 20~22%)	20~22%
	LNG	(37% ⇒ 27%)	20%
	石炭	(32% ⇒ 26%)	19%
	石油等	(7% ⇒ 3%)	2%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源 上記と同等の引上げ)			
温室効果ガス削減割合		(14% ⇒ 26%)	46% 更に50%の高みを目指す

Bさん

質問

- ① 61枚目のスライドについての質問です。現在、世界では442基の原子力発電所が運転中であり、約90%が軽水炉（PWRとBWR）であるということを知りましたが、軽水炉とそれ以外の炉の違いをメリットとデメリットと一緒に教えて頂きたいです。
- ② 加えて、60枚目のスライドでPWRとBWRの違いが示されてありましたが、もう少し詳しく違いを知りたいです。これも、それぞれのメリットとデメリットと一緒に教えて頂きたいです。
- ③ 71枚目のスライドについての質問です。世界の原子力発電の世代交代について、現在運転中の原子力発電は大部分が第2世代、一部が第3世代・第3世代プラスで全てが軽水炉であり、2030年以降は第4世代が主流になると言われているということを知りましたが、日本の原子力発電は第何世代であるかを教えて頂きたいです。また、第4世代が実用化される前にどのような取り組みが行われているかを教えて頂きたいです。

回答（大野）

① 次世代原子炉

第1世代：今の原子炉の前進（最初のPWR、BWR、高速炉、ガス炉）

第2世代：稼働中の原子炉（軽水炉（PWR、BWR）、重水炉、黒鉛ガス炉）

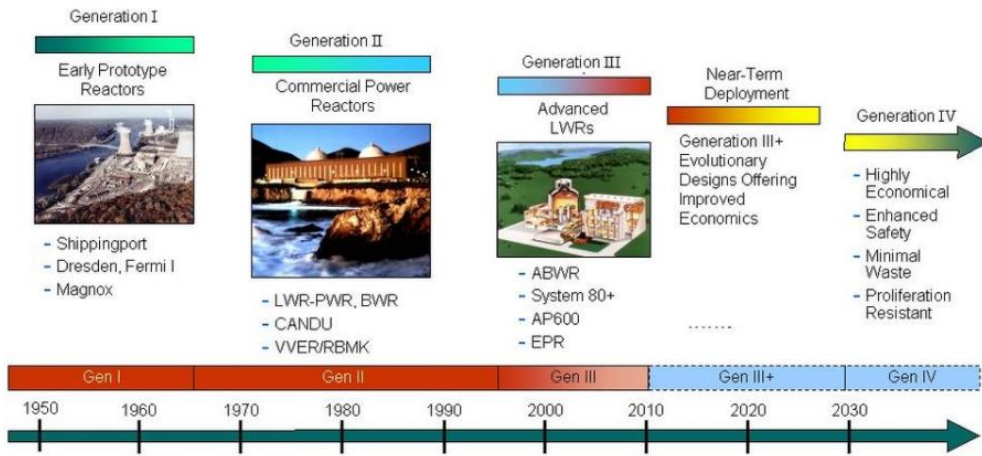
第3世代：改良型軽水炉（ABWR（日本）、AP1000（アメリカ）、EPR（ヨーロッパ））

軽水炉：濃縮ウランを使用し冷却材は水（軽水炉）を使用→最も普及

重水炉：天然ウランを使用し冷却材は重水を使用→カナダ、韓国

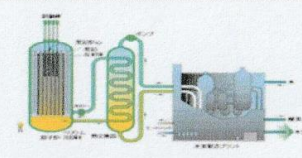
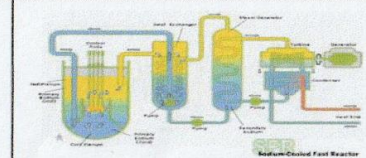
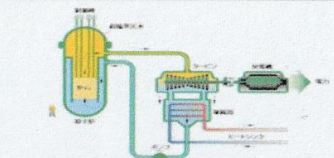
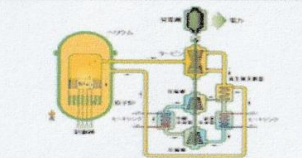
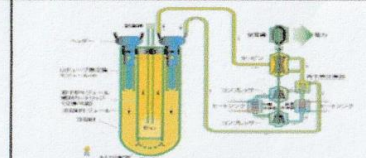
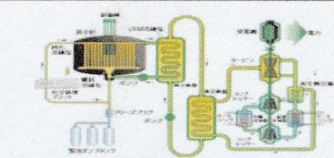
黒鉛ガス炉：濃縮ウランを使用し冷却材は炭酸ガス→ソ連、イギリス

Generation IV: Nuclear Energy Systems Deployable no later than 2030 and offering significant advances in sustainability, safety and reliability, and economics

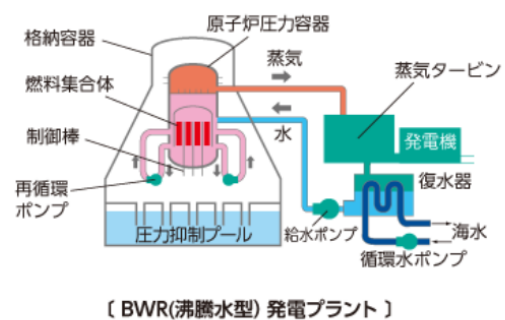
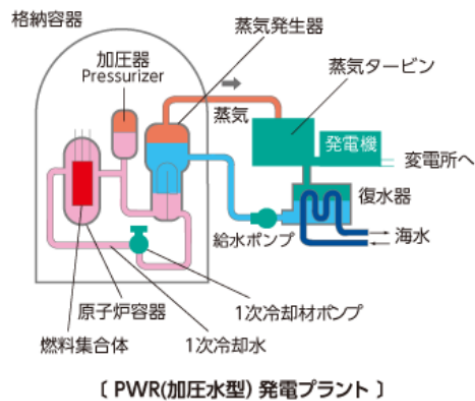


世代ごとを分けた図。第4世代は2030年ごろからの技術になっている。

第4世 GIFにおける研究開発対象の6炉型

 <p>超高温ガス炉 (VHTR) 中性子スペクトル: 熱中性子 冷却材: ヘリウム 出口温度: 900~1000℃ 燃料サイクル: オープン 出力: 250~300MWe</p>	 <p>ナトリウム冷却高速炉 (SFR) 中性子スペクトル: 高速中性子 冷却材: ナトリウム 出口温度: 500~550℃ 燃料サイクル: クローズド 出力: 50~1500MWe</p>	 <p>超臨界圧水冷却炉 (SCWR) 中性子スペクトル: 熱/高速中性子 冷却材: 水 出口温度: 510~625℃ 燃料サイクル: オープン/クローズド 出力: 300~1500MWe</p>
 <p>ガス冷却高速炉 (GFR) 中性子スペクトル: 高速中性子 冷却材: ヘリウム 出口温度: 850℃ 燃料サイクル: クローズド 出力: 1200MWe</p>	 <p>鉛冷却高速炉 (LFR) 中性子スペクトル: 高速中性子 冷却材: 鉛 出口温度: 480~570℃ 燃料サイクル: クローズド 出力: 20~1200MWe</p>	 <p>熔融塩炉 (MSR) 中性子スペクトル: 熱/高速中性子 冷却材: フッ化物熔融塩 出口温度: 700~800℃ 燃料サイクル: クローズド 出力: 1000MWe</p>

② PWR (加圧水型原子炉) と BWR (沸騰水型原子炉)



PWRは、原子炉の中で発生した高温高圧水を蒸気発生器に送り、そこで、別の系統を流れている水を蒸気にかえてタービンに送り、発電機をまわして電気を作ります。

BWRは、原子炉の中で蒸気を発生させ、それを直接タービンに送る方法です。

メリット

- PWR：・タービン系の二次系機器は放射能で汚染されないため、保守・点検が火力プラントと同様レベルの対策で行える。
- ・原子炉が小型である。
 - ・万一、事故があっても、原子炉と一次冷却系は格納容器内に設置されているため放射能の拡散を防止できる。
- BWR：・原子炉内の圧力が低く、圧力容器、配管を薄くできる。
- ・蒸気圧を高くでき熱効率が低い
 - ・蒸気発生器が不要で、シンプルな構造である。

デメリット

- PWR：・蒸気発生器や加圧器等の機器数が多く保守・点検が必要である。
- ・蒸気圧が低く熱効率が低い
 - ・原子炉の圧力が高く圧力容器、配管等を厚くする必要がある。
- BWR：・放射能を帯びた蒸気が直接タービンへ送られるのでタービン系統の保守・点検が必要である。
- ・炉心の出力密度を大きくとれないこと、蒸気乾燥器などの内臓のため炉が大型になる。

③ 上記①参照ください。日本の原子力は第2世代と第3世代です。

Cさん

質問：原子力は今後、今の状況のようにほとんど使われないままなのでしょうか。カーボンニュートラルについてもっと詳しく知りたいです。なぜ環境に良いのでしょうか。

回答（大野）

- 人類の文明史をたどれば直ぐわかるのですが、火の発見以来、人類は植物資源（木切れ、草類、動物の糞など）のエネルギー利用⇒固体燃料（石炭）による産業革命⇒液体燃料（石油）によるエネルギー革命⇒気体燃料（天然ガス）によるエネルギー利用拡大⇒核燃料（原子力）によるエネルギー利用拡大というように進歩を続けています。これが逆転して自然の植物資源エネルギーに戻るといふことは考えにくいのです。
- 原子力にとっては「安全性」が大前提となります。福島での事故を受け格段に向上し、仮に放射能が外に放出されても避難不用なレベルとなっています。
- 再生可能エネルギーの中心は太陽光と風力です。いずれも希薄なエネルギー源であり、その回収には多くのエネルギーの投入が必要なのです。また広大な面積の土地も必要なので限界があります。また、太陽光・風力は自然現象ですから、使えない時は常に火力によるバックアップ電源を必要とするエネルギー源であるわけです。もし将来化石燃料資源が乏しくなったらどうなるでしょうか？
- 後進国、中進国は引き続いて化石燃料を利用するでしょう。一番便利で安いからです。日本のような化石燃料資源の乏しい国ではエネルギーの自給率が大変大切な国です。その意味でこれからは化石燃料消費を極力避けながら、自給率の高い、脱炭素エネルギー源がますます必要になるのではないのでしょうか？
- カーボンニュートラルというのは CO2 等の温室効果ガスの排出を 2050 年までに実質ゼロとする政策です。電力分野、産業分野、運輸分野などの各分野で今後急激な対策が求められます。電力分野では、電源の割合を再生可能エネルギー50～60%、原子力と CCS 付き火力で 30～40%、残り 10%を水素・アンモニアとして CO2 排出ゼロをめざすこととなります。水素とアンモニアはいずれも再生可能エネルギー電力を使って水を電気分解して作る水素（グリーン水素）を使うものです。コスト的にも天然ガスに敵うものではありません。CCS は炭酸ガス回収・貯留（Carbon Capture & Storage）を意味するもので、火力発電所などで発生する炭酸ガスを回収し、海底などの地層に圧力を掛けて圧入し、そこに貯留する技術を言います。回収・輸送・圧入の各工程で多くのエネルギー投入を必要とし、コストが掛かる一方の事業ですので、政府による公共事業とする他ないでしょう。このように原子力以外は問題が多すぎて、実現の見通しが全く立ちません。原子力の重要性がお分かりになるといふと思います。

D さん
質問

Q1. 私個人では、原子力発電は日本のような低面積で、資源の少ない国家には必要不可欠なのではないかと考えています。しかし、日本は放射能に関する事案が2度もあった国であり（広島・長崎の原爆投下、福島第一原発の事故）、日本国民から原子力発電に関する理解を得るのはかなり難しいことだと思っています。加えて、日本は地震大国であり、今後も巨大な地震が来る可能性は大いにあります。こうした懸念材料が多い中で、国民に原子力発電の導入を認めてもらうために、講演会中でもおっしゃっていた通り、世論の理解を得ることがかなり重要ですが、その理解を得るための具体的な方策や案があれば教えていただきたいです。

Q2. 私は、「カーボンニュートラル」という考え方があまり好きではありません。

（否定しているようで大変申し訳ありません。）なぜかという、カーボンニュートラルとは机上の空論ではないかなと思っているからです。カーボンニュートラルとは二酸化炭素を吸収する植物体を使ったエネルギー源を使用すれば、そのエネルギーの使用によって二酸化炭素が生じたとしても、その吸収した分と生じた分が等量と見られるため、二酸化炭素の増減はないという考え方という認識なのですが、まず、この等量という考え方の時点で少し理論から外れてしまうのではないかと考えています。例えば、植物体の体を形成しているタンパク質は炭素骨格をもつ高分子化合物です。すなわち、植物体から得た燃料を燃やして出てくるのは本当に、吸収された炭素と等量になるとは到底思えないのが正直なところです。それ以外にも、木を切り倒して、それを運んで、燃料にして、この過程でも二酸化炭素の放出があるはずで、単純に植物を利用したから、二酸化炭素増減なしということにはならないと思います。さらに、二酸化炭素を捕捉・貯蔵するネガティブエミッション技術の紹介もされていましたが、現時点では有効な手段は見つかっておらず、それに期待するのも難しいのかなと思います。であれば、カーボンニュートラルを目指すよりも、単純な炭素排出量の減少を考えたほうがより現実的ではないのかなと思うのですが、いかがでしょうか。

Q3. 私は高レベル放射性廃棄物の問題に関して、一昨年および昨年度に瑞浪研究所や幌延研究所の見学会に参加させていただいたことがあり、いろいろ学ばせてもらいました。その中で、一つ疑問に思ったこととして、単純に現時点でやっと文献調査に至った段階で、もうまもなく青森県六ヶ所村の中間貯蔵施設の利用期限がやってくると思うのですが、この期限までに実際に最終処分場の計画および建設にまで着手できると思いますか

回答（Q1 大野、岡本、Q2 大野、岡本、Q3 岡本）

Q1（大野）

本質をとらえており感心いたしました。

以下は、福島での事故後 3 年目から毎年行っている日本原子力文化財団の調査結果です。結果から言えるのは、徐々に減らすべきは約 50%と世論は今なお厳しい目で見ているということです。(増やす・維持は 10%で変わらず、即時廃止は年々減り 10%を割りました)

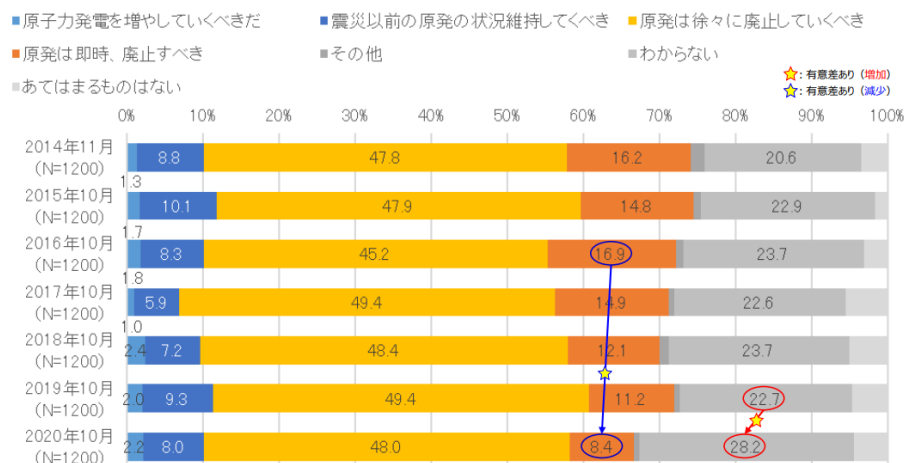
ここから私の考えとなります。

大学を出るころ夢のエネルギーとして原子力の時代を迎えようとしていましたが、反対意見も強く 2 分の感がありました。広島・長崎のイメージで捉えられていたからです。国が原子力に踏み切ったのは、その当時絶対に電力が不足していたためで民意とは必ずしも一致していませんでした。ですから、今原子力に懐疑的な意見が多いのは事故があった以上当然ともいえます。私は、世論は変えられないと思いますが、日本のエネルギーは脆弱で今でも変わらないこと、原子力なくして日本のエネルギーは成り立たないことを知ってもらうことが必要と思っています。事実を知ると我国の民族は健全な判断をします。

カーボンニュートラルの話がだんだん広まり日本のエネルギー事業が分かってくると、次の調査では、もう少し消極的でも賛成が増えてくるのではないかと思います。問題は、日本のかじ取りをすべき政治家が、調査結果に過剰反応し、原子力に及び腰となっていることです。

調査結果 1 今後の原子力発電の利用に対する考え

問8 今後日本は、原子力発電をどのように利用していけばよいと思いますか。
あなたの考えに近いものをお選びください。(○は1つだけ)



- ▶ 最も大きい意見は、「原子力発電をしばらく利用するが、徐々に廃止していくべきだ」の50%程度
- 次いで、「わからない」が30%程度と続く
- 「即時、廃止すべきだ」と「増加+維持」は約10%で同程度

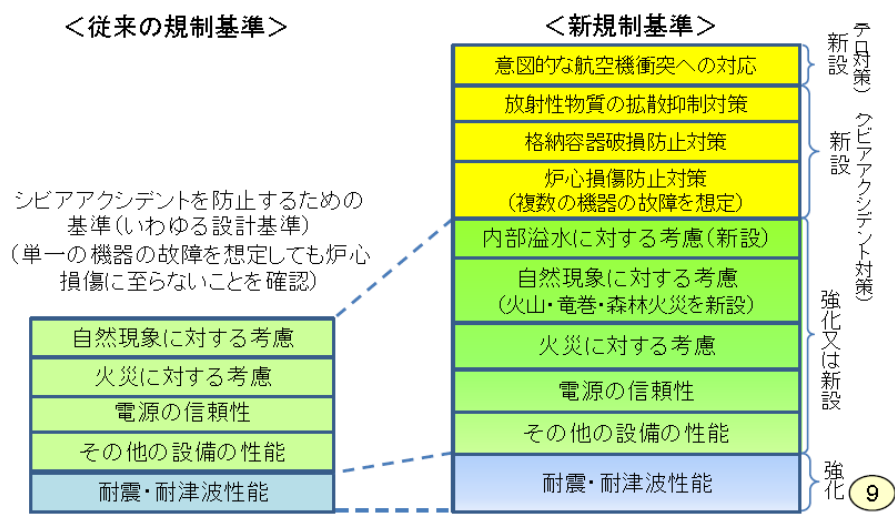
回答 Q1 (岡本)

まず懸念材料はなにかをクリアにして、それをどう対処しているのかの実績を丁寧に説明しようとして、公表していくことが第一です。第二番目には、懸念材料を払拭するまでにかかる時間と手段や投入するリソースを精緻に計画して取り組む自信のある姿勢が必要です。それほどのことを行っているのか、それほどのことをこれからやるのかと言って貰えるだけの広報となるように、質の向上と方法の高度化を普段から目指しておくことが、第三番目です。

福島第一原発事故の後、原子力安全委員会—経産省保安院と合体して原子力規制委員会が 1 年半後に発足しました。地震・津波によって受けた原発の被害を教訓として、新規制基準が制定され、その適合性評価をクリアすることによって原子力発電所の再稼働を順次進めています。核燃料施設等も対象に適合性評価が行われています。この状況は世論の理解を得る一助となります。

従来の規制基準と新規制基準との比較

▶ 従来と比較すると、シビアアクシデントを防止するための基準を強化するとともに、万一シビアアクシデントやテロが発生した場合に対処するための基準を新設



(参考)

原子力規制委員会 2016 年 02 月 17 日更新

「実用発電用原子炉及び核燃料施設等に係る新規制基準について (概要)」

<https://www.nsr.go.jp/data/000070101.pdf>

回答 Q2 (大野)

光合成による植物体に取り込まれた炭素吸収量とその植物体を燃焼させたときに放出される炭素量のイコール性については小生専門知識がなくお答えできません。植物体を燃焼させるときに何らかのプラスアルファの炭酸ガスが放出さ

れるのではないかというのはそうだと思います。

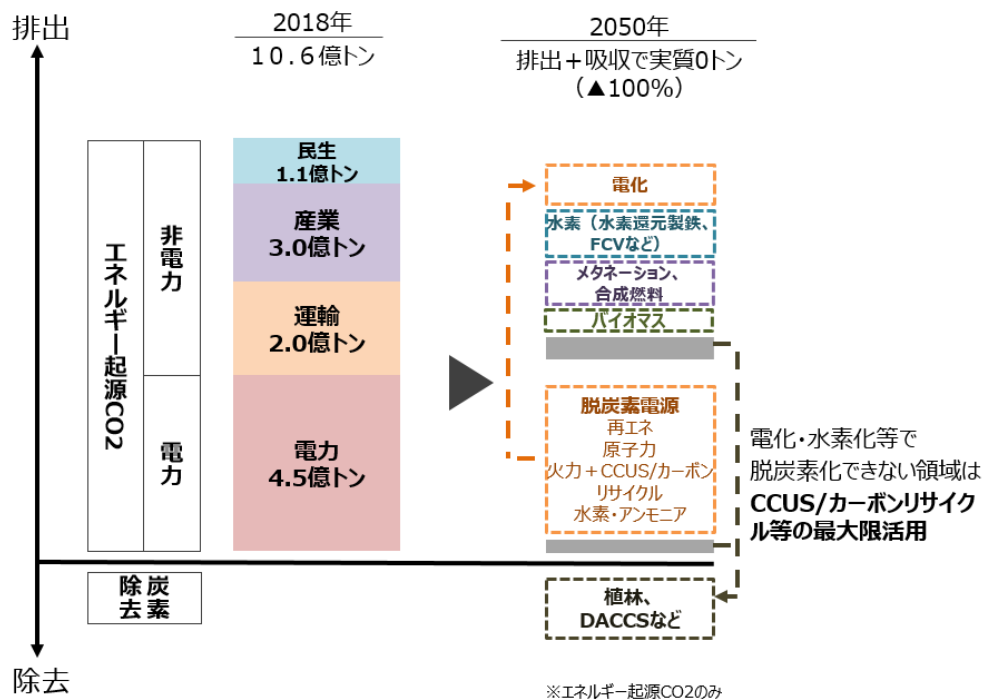
ただ、今の CO2 排出量は太古に取り込まれた化石燃料の燃焼に伴う排出量が圧倒的なので、簡単に言うと、化石燃料を使わないようにしようというのがカーボンニュートラルです。そうはいつでも、人間活動で CO2 排出をゼロにできない部分もあるのでそういうものは植林でプラスマイナスゼロにして、ともかくトータルで CO2 排出量をゼロにしようとするのがニュートラルの所以です。

どういう手立てでやるのか、本当にできるのかというのが、貴君と同じく我々も疑いの目で見えています。例えば、再生可能エネルギーを使えば原子力や化石燃料を使わなくても排出量をゼロにできるという元気な人がいますが、山林を全部丸裸にして太陽光パネルを敷き詰めても電気は足りませんし、奇想天外です。やはり、貴君のいうように、現実的な対策が必要で、原子力も使う、CCUS 付き火力も使うというのが実際的だと思います。(CCUS は今後の技術開発の負うところが大きなので、当面は非化石燃料である水素、アンモニアを使用。これとても、採算性が課題)

回答 Q2 (岡本)

CO2 を捕捉・貯蔵する技術は確かに現時点では開発段階と言えるでしょう。2012 年度から準備してきた CSU 技術の大規模実証施設が、2016 年 4 月から苫小牧市沖合の地下に貯留する試験を行っており、2019 年 11 月には CO2 の貯留量は 30 万トンを達成して、現在周辺でモニタリング中です (NEDO 交付金を日本 CCS 調査会社が受託)。

脱炭素電源を採用することでエネルギー起源の CO2 の発生量を削減し、電化・水素化等で脱炭素化できない領域は CCUS/カーボンリサイクル等を最大限活用して、環境放出抑制を目指しています。なお、炭素除去を狙った技術 DACCS (炭素直接空気回収・貯留) などはイノベーション技術開発の位置付けで議論されています。



※「民生」は一般の人々の生活（家庭部門）や、事務所やお店などの第3次産業（業務部門）のこと

（参考）

エネルギー省スペシャルコンテンツ（2021.3.16）

「カーボンニュートラル」って何ですか？（後編）～なぜ日本は実現を目指しているの？

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/carbon_neutral_02.html

グリーンイノベーション戦略推進会議資料 3-4（2020.11.11）

「脱炭素社会に向けた対策の考え方」

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_innovation/pdf/gi_003_03_04.pdf

グリーンイノベーション戦略推進会議資料 7-3（2020.7.7）

「CCUS/カーボンリサイクル関係の技術動向」（公開版）

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_innovation/pdf/001_07_03.pdf

回答 Q3（岡本）

日本の原子力発電所で発電に利用された使用済核燃料集合体は、発電所サイトの貯蔵プールあるいは乾式容器に保管され、六ヶ所再処理工場の受入れプー

ル（3000 トン）に移送されて、再処理工場で処理されます。この段階で集合体は解体され、使用済核燃料は劣化ウラン、プルトニウム、核分裂生成物に分離されます。順調に再処理工場を運転することにより、原子力発電所サイトで発生する使用済燃料集合体は、受入れプールへの移送が続きます。この流れに余裕を持たせるために、原子力発電所サイト内で貯蔵容量を増やすことあるいはサイト外に中間貯蔵施設を用意する方法が実施されています。

青森県むつ市には 3000 トンの使用済燃料を乾式容器で貯蔵するリサイクル燃料貯蔵センターが建設完了し、運転開始の認可を待っているところであり、最終 5000 トンに増設の予定です。

（参考）

使用済燃料貯蔵対策への対応状況について（2020.7.2. 電事連）

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/shiyozumi_nenryo/pdf/005_06_00.pdf

使用済燃料貯蔵対策の取組み（電事連パンフレット）

https://www.fepec.or.jp/library/pamphlet/pdf/18_chozo_taisaku_torikumi.pdf

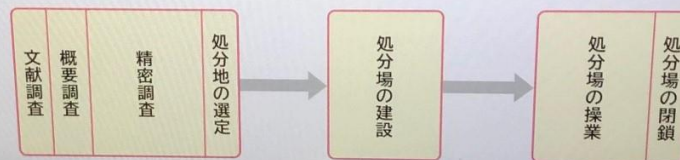
ということで、中間貯蔵容量が制限にならないようにと対応が進められていますが、やはり来ないうちに、最終処分場の操業を開始することが必要です。その実現に向かって、次のようなステップを踏みながら、国民の理解のもとで地層処分事業主体の NUMO（原子力発電整備機構）が精力的に取り組んでいます。北海道の二つの自治体で文献調査が昨年 11 月に始まったばかりであり、これから 20 年程度かけて、地域住民の合意を各ステップで得ながら進めていくことになり、決して簡単ではないでしょう。

地層処分事業の概要

文献調査の実施を受け入れていただいた市町村で、「文献調査」(2年程度)、「概要調査」(4年程度)、「精密調査」(14年程度)を、合意をいただきながら順次実施し、その結果に基づいて原子力規制委員会に事業許可を申請します。

事業許可を得た処分地で、地下及び地上の必要な施設の建設を進め、完成すれば順次操業を開始します。地下の坑道などは操業と並行して処分区画ごとに建設を続けます。操業終了後は、地下施設を埋め戻し、地上施設を撤去し、最終的に更地に戻します。

調査には20年程度かかり、処分場の建設、操業、閉鎖までの期間を含めると地層処分事業は100年以上の長期にわたります。



Eさん

質問

- Q1. 今まで知らなかったアンモニア発電やアンモニア混燃という新エネルギーの可能性とコスト、安全性について知りたい。
- Q2. 六ヶ所再処理工場が2022年から操業を開始して、国内で貯蔵中の使用済燃料はどの程度の期間で再処理されるのか？ 必要となる再処理コストはどのくらいなのか？

回答

Q1 (岡本)

アンモニア (NH₃) は無色透明の気体で、特有の刺激臭があって毒性があるために「劇物」に指定されています。しかし昔から畑の肥料として利用されてきたことはご存知の通りです。科学的に水素と窒素で合成されたアンモニウムの大半は肥料の原料として使われています。また、火力発電所が排出する大気汚染物質の窒素酸化物 NO_x の対策にも利用されています。NO_x とアンモニアの化学反応によって、窒素と水に還元する「還元剤」として使われます。世界全体の8割のアンモニアは農産物の肥料であり、残りの2割は工業用でメラミン樹脂やナイロンなどの原料になります。

現在日本のアンモニア消費量は2019年で約108万トン、このうち約8割が国内生産、約2割がインドネシアとマレーシアからの輸入です。世界のアンモ

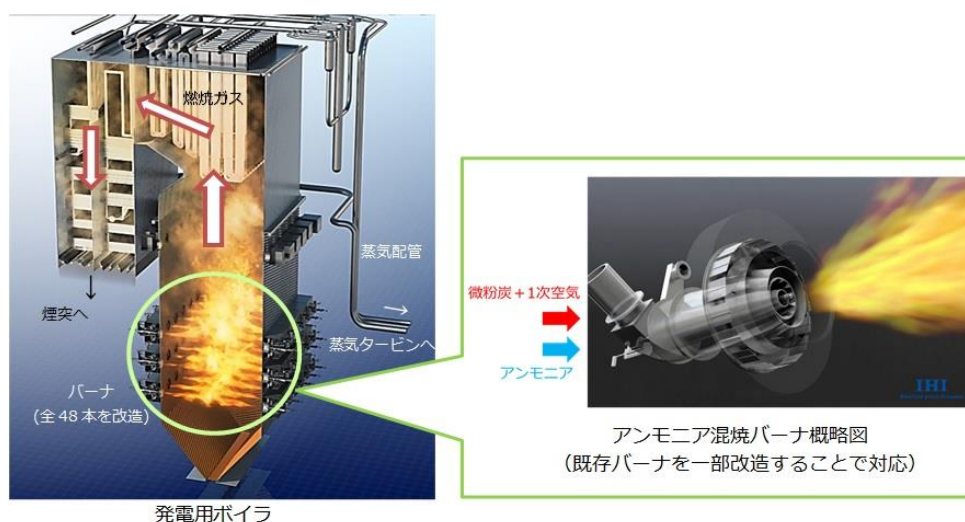
ニア生産量は約2億トンです。

アンモニアは既に生産・運搬・貯蔵などの技術が確立されており、安全性の対策やガイドラインが整備されています。

アンモニアは燃焼してもCO₂を排出しない「カーボンフリー」の物質で、エネルギー源とした発電も期待できます。石炭火力発電に混ぜて燃やすことでもCO₂の排出量を抑えることができます。

(株) JERA (中部電力と東京電力の原子力事業を除く合併事業体) と (株) IHI とが、愛知県の碧南火力発電所4号機 (発電出力100万kW) を使って、2024年度にアンモニア20%混焼の実証を目指して、今年8月から5号機 (100万kW) で実証バーナー開発のため小規模試験を開始すると公表されました。CO₂排出削減量は20%アンモニア混焼にすると、約100万トンが期待されている。

参考2: ボイラおよび改造バーナーの概略



アンモニア発電におけるコスト試算によると、海外アンモニア製造コスト、アンモニア輸入コスト、アンモニア混焼設備費を評価して、20%混焼で12.9円/kWh、100%専焼で23.5円/kWhである。(原子力発電コストは約11円/kWh)

(参考)

資源エネルギー庁「スペシャルコンテンツ」から

「アンモニアが“燃料”になる?! (前編) ~身近だけど実は知らないアンモニアの利用先」

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/ammonia>

[_01.html](#)

「アンモニアが“燃料”になる?! (後編) ~カーボンフリーのアンモニア火力発電」

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/ammonia>

[_02.html](#)

(株) JERA のプレスリリース

「大型の商用石炭火力発電機におけるアンモニア混焼に関する実証事業の採択について」

https://www.jera.co.jp/information/20210524_677

Q2. (岡本)

六ヶ所再処理工場の年間最大再処理能力は 800 トン/年であり、2022 年の竣工前には運転計画が公表され、数年かけて再処理能力を大きくしながら、100% 運転に達する計画が明らかになると思います。仮に最初の 3 年間で 800 トンを再処理し、4 年目から毎年 800 トン再処理を続けると考えると、日本の原子力発電所サイトおよび日本原燃受入プールに貯蔵されている使用済燃料は、それぞれ約 16000 トンと約 2900 トンあります。

単純計算で行くと、最初の 3 年間で 19000 トン - 800 トン = 18100 トンに減り、その後 $18100 \text{ トン} \div 800 \text{ トン/年} = 22.6 \text{ 年}$ となり、今から約 26 年で国内貯蔵中の使用済燃料が再処理されることとなります。

再処理費用は各電力会社から六ヶ所再処理工場に搬入する使用済燃料のトン数に応じて、「使用済燃料再処理機構」(2016 年 10 月設立) に拠出されます。それを日本原燃の再処理費用 (MOX 燃料製造も含めて) として分配されます。2020 年度の拠出金単価は、今年 6 月に経済産業大臣が認可したものが公表されており、使用済燃料 1 トン当たり 6 億 8000 万円前後です。各電力によって幅があります。

(参考)

「拠出金単価の認可について」(2021 年 6 月 25 日 使用済燃料再処理機構)

http://www.nuro.or.jp/pdf/20210625_8.pdf

F さん

質問：未来の日本では再生可能エネルギーだけで発電を行う時代になるのでしょうか？原子力発電の割合を増やすにあたって国民の理解を得るためにはどうすればよいのでしょうか？

回答（岡本）：

資源のない海に囲まれた山国の日本では、再生可能エネルギーだけの発電を行う時代にはならないと思います。小規模で発電しすぐに給電する需給一体型のシステム、発電と蓄電と一体のシステムなどの試みも進められていますが、普及にも限界があるでしょう。

再生可能エネルギーの普及を目指して、どのような課題があるか、どこまで実現できるかについては、まさしく「第6次エネルギー基本計画」策定のための議論のなかで、国を挙げて進められています。原子力発電の割合を高めることについても様々な意見が世の中に飛び交っています。

またエネルギー基本計画の議論中でも、「国民各層とのコミュニケーションの充実」を目指すとして、

- （1）エネルギーに関する国民各層の理解の増進
 - （2）政策立案プロセスの透明化と双方向的なコミュニケーションの充実
- が挙げられています。今の時代はIT技術を駆使して、リアルタイムで状況を発信し、リアルタイムで受信でき、リアルタイムで意見交換できる世の中になっています。自分なりにあるいは仲間とともに、「エネルギー問題の真髄」を捉える努力が大切で、自分なりの考えを発信できるまでになってほしい。

（参考）

資源エネルギー庁基本政策分科会資料

「次期エネルギー基本計画の骨格（案）」（2021.5.13、議論されている項目を列挙）

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/2021/043/043_006.pdf

以上

SNW 対話会イン北海道教育大学 2021、第 2 グループの学生の質問とシニアの回答

2021. 7. 26.

第2G: 金氏 顯(ファシリテーター)、工藤昭雄

第 2G の 7 人の学生さんへ

28 日の対話会の事前質問、有難うございました。回答を下記に示します。下記お願いです。

1. 事前に必ず読んで、意見や異見、また更なる質問などありましたら対話会にてお願いします。
2. 質問者以外の学生さんも他の人の質問と回答を読んでおいてください。
3. 皆さんの質問に関連して、シニアから【逆 Q】が5件あります。時間の許す限り、これらの各質問に全員から回答を頂きたいと思いますので、予め考えておいてください。

では、28 日 14 時 50 分からの皆さんとの対話会を大変楽しみにしています。

G さん

①スライド資料 13,14 枚目から原発事故を経験した日本とロシアを比較すると、ロシアの原子力発電比率は 18.1%で、日本の原子力発電比率は 1.7%と大きな差がある。日本は 2011 年の福島事故後化石燃料依存度が高くなったが、現在それは少し回復している。ロシアの場合、チェルノブイリの事故後同様な一次エネルギー供給量の推移をしたのか。

【回答】

1986 年に事故を起こしたチェルノブイリ原発はソ連邦の中のウクライナにあり、1991 年にソ連解体後はウクライナは独立国となった。ウクライナ政府は当初脱原発政策をとっていたが、天然ガスなどの化石燃料資源に乏しく、ロシアからの天然ガスや石油を輸入していたのでエネルギー自給率も低く、経済産業も国民生活も成り立たなくなった。そこで政策変更し、チェルノブイリ原発(黒鉛減速軽水冷却沸騰水型炉)とは異なる、より安全な原子炉タイプである加圧水型軽水炉の原発を再稼働や建設再開し、現在 15 基運転中。現在では電力の約 50%は原子力であり、エネルギー自給率も約 70%です。

一方のロシアは天然ガスや石油を大量に産出し輸出し、また原子力発電も独自の加圧水型軽水炉の設計建設技術力があり、国内 34 基運転中、近年は東欧、トルコ、インド、中国、エジプトなどにも多く輸出し、世界一の原発輸出大国となっている。エネ

ルギー自給率は 180%以上であり、エネルギー輸出はロシアの重要な外貨獲得手段になっています。

なお、日本のエネルギー自給率は福島事故前は水力と原子力により 20%以上であったが、事故後は原子力が激減し、現在は12%である。今後安全性を向上した原発の再稼働、また新增設・リプレースを推進して、エネルギー自給率を向上することは電力安定供給、安価な電気代、そして CO2 排出削減の為に重要です。

【逆 Q1】 原発は燃料のウランを輸入しているにも拘らず、自給エネルギーと呼ぶのは何故ですか？

②2050 年の CN に向けて、原子力の新增設が必須である理由については理解できたが、なぜ政府が第 6 次エネルギー基本計画に取り込まないのか。

【回答】

大変良い質問です。政府は 2011 年の東電福島第一事故の反省と教訓を肝に銘じてエネルギー政策に取り組むことを基本としており、可能な限り原発依存度を低減するとした 2018 年度の第 5 次エネ基の方針を継続し、新增設リプレースには国民の理解が得られないと、梶山経産相は公式には答弁しています。

しかし、エネ庁は新增設リプレースをしない場合は再稼働原発を 60 年運転したとしても 2050 年度には電力の 10%程度にしかならないとしており、エネ庁の担当者も梶山経産相も、2050 年カーボンニュートラルのため新增設リプレースの必要性は頭の中では分かっていますが、国会議員選挙はマイナスになる事を大きな理由に政府としては第 6 次エネ基に取り込まないことを「政治決着」したようです。(一部のマスコミの憶測記事から)

既に 10 年以上も新規原発の設計製造建設から遠ざかっており、第 6 次エネ基に明記されても許認可、設計、製造、建設に約 15 年かかるので、技術力とサプライチェーンの維持の為に、新增設リプレースは喫緊の課題です。

【逆 Q2】第 6 次エネ基の審議はまだ 1、2 カ月継続されるので、この「政治決着」を覆すにはどうしたらよいと思いますか？一緒に考えましょう。

H さん

①再生可能エネルギーの利用を増やすためには、もっと効率がいいものを開発するか、設備を増やしてたくさん設置することが考えられますが、今の日本では面積から考えるとあとのくらい設置が可能だと考えられるのでしょうか？

【回答】

再エネを効率(年間稼働率)の良い順に並べると、水力発電(約 70%)、バイオマス発電(約 70%)、地熱発電(約 60%)、以上は安定再エネです。洋上風力発電(約 30%)、陸上風力発電(約 20%)、太陽光発電(約 12%)、以上は変動再エネです。

大型水力は明治時代から開発されつくし、今は中小水力に限られます。バイオマス発電は燃料にする木材が国内では伐採、集積、運搬の供給網の規模が小さい為に、東南アジア等から椰子等を大量に輸入し高コストです。地熱は現状 0.3%で、自然公園内に多く、環境規制を緩和しても温泉業者の反対もあり、最大限開発しても高々+1%です。風力はこれまで陸上を主体に開発し、今後は洋上が期待されています。しかし、欧州に比べ風況は劣り、また海底に固定できる遠浅の海が少ないので浮上式を開発しなければならず、高コストなので数多くは設置できないと思われます。

以上に比べ太陽光が最も期待されますが、基調講演資料 43, 44 ページに書いたように、2050 年の目標である現状の 5 倍はとても不可能で、現状より約 2 倍という 2030 年の目標も“野心的目標”と言われています。

②第 6 次エネ基の電源構成の「再エネ」の項目の想定をどれくらい満たすことができそうなのでしょうか？

【回答】

第 6 次エネ基の素案が 7/21 に発表されたが、2030 年の電源構成は基調講演資料の 41 ページに示した数値の通りでした。再エネの電源比率は 36~38%となり、2018 年実績が 17%で、現状の 2030 年目標が 22~24%であるのに対し、今年 4 月 22 日の気候変動サミットで国際公約した CO2 の 46%減(2013 年比)を達成するための電源構成として約 1.6 倍に上方修正しました。

2030 年までには現時点から 8 年半しかないので、開発に長期間を要する洋上風力は期待できず、太陽光に期待するしかなく経産省、環境省、農水省などが追加施策の検討をして数値は積み上げたが、現実的には 30%が最大限可能で、6~8%は未達となりその分火力発電が増えるだろうと言われています。

小泉環境相が”おぼろげに“浮かんだ数字を強引に主張し、菅総理が国際公約した「CO2 の 46%減(2013 年比)」が“絵に描いた餅”であると言っても過言ではないと思われま

【逆 Q3】

政府は 2030 年までの温室ガス削減目標に関して、家庭部門で現状より 66%(現行計画は 39%)、オフィスなど業務部門は 50%(現行計画は 40%)などの案を環境省が近々公表しますが、皆さんは家庭や学校など普段利用している施設の温室ガス排出削減(省エネ、電化、無駄削減、なんでも)について、どのようなことを心がけています

か？またどのようなアイデアがありますか？

③2050 年電源構成について、CCUS 付火力発電と原子力で 30～40%とありますが、どちらがどの程度の割合を予想しているのでしょうか？また、CCUS を進めていくにあたって困難になるようなことはなにが考えられますか？

【回答】

この数値は昨年 12 月にエネ庁が提示した参考値であり、「CCUS 付火力発電と原子力で 30～40%」の内訳は示されていません。その後複数のシンクタンクが複数のシナリオ(電源構成案)を提示しており、従って 7/21 に発表された第 6 次エネ基素案では、2050 年のエネルギーミックスも電源構成も示されませんでした。

なお、CCUS を進めるに当たっては、後半の US、即ち吸収回収した CO₂を“U”、USE 即ち有用物にすること、又は“S”、STORAGE 即ち貯蔵すること、の技術開発(イノベーション)とそれに伴う経済性が見通しがまだ困難です。

世界中で CCUS は 20 か所以上の実用化が進められていますが、ほぼ全て老朽化した油田に CO₂ を圧入して残っている原油の流動性を改善し絞り出すのが目的です。日本には油田はありませんから不可能です。従って貯蔵するしかありませんが、地中 1000m 以深の耐水砂岩層へ圧入しなければなりません。そういう適地の選定が問題で、処分後の CO₂ の漏洩への漏れなどのモニタリングと安全検証に細心の注意が必要であり、また全国の CO₂ 発生回収地から処分地までの運搬のコストも膨大になります。

なお、USE 即ち有用物にすることに関しては、回収 CO₂ を再エネによる電気で水を電分解して作った水素と化学的に合成してメタノールなどの合成燃料を作る、またメタノールやエタノールからポリマー製品を作る、回収 CO₂ をセメントに混ぜて水の代わりの強化剤とする(これは CO₂ の永久貯蔵とも言えます)などがあります。いずれも未知の分野であり、実用化には経済性が大きな壁になると思われます。

④地球温暖化の対策は技術開発を軸として安価な範囲にとどめるべきという問題認識に改める必要性が指摘されていますが、日本や世界の今後の方針はむしろ地球温暖化の原因を CO₂ であるとして対策を進めていこうとしているように感じられます。問題認識を改める必要の緊急性はどれくらいあるのでしょうか？問題認識を改めるためには、どうしていくことが必要であると考えられますか？

【回答】

大変良い質問です。確かに 2015 年のパリ協定以降、特に欧米を中心の先進国は今世紀半ばのカーボンニュートラル達成を絶対的命題としており、日本も今や完全に

それに巻き込まれています。しかし、最近のG20ではG7に比べ発展途上国も多く、2050年CNは合意されませんでした。またロシア、中近東、東南アジア、豪州、南米など天然ガス、石油、石炭産出国もパリ協定に加盟していません。世界250か国がパリ協定、即ち2050CNを巡って、2分されています。

また2050CNを宣言している日本を含む125か国も、今後CNに伴う、石炭火力や天然ガス火力使用削減から禁止になることと代わりに再エネ拡大に伴い電気代はじめコストが増大、中国製品や中国占有鉱物資源の問題、太陽光パネルや風力発電設備の環境破壊や廃棄に伴う安全性問題等のCNの負の側面が明らかになるにつれて、是正されていくことに期待したいと思います。

なお、その際に地球温暖化がCO2主要因だと信ずる、疑うかによっては解決の道に複数のシナリオがあると思います。

【逆Q4】

問題認識を改めるためには、どうしていくことが必要であると考えますか？

Iさん

①カーボンニュートラルで「ネガティブエミッション技術」として二酸化炭素を地中に貯留したり、大気中の二酸化炭素を回収して貯留するとあり、今後のイノベーションに期待するとありましたが、実際に現時点ではどんな技術の開発を目指しているのか具体的にあれば教えてください。

【回答】

火力発電などの排ガス中の二酸化炭素を地中に貯留する技術(CCUS)については、「Hさん」の③を参照してください。

大気中の二酸化炭素を回収して貯留する技術(DACCS)はまだほとんど実証試験などの具体例は見当たりませんので、代わりにバイオマス発電からの排ガス中のCO2を回収する技術(BECCS)の実証試験の実例を下記をご覧ください。ただしCO2回収までで、深地下に貯蔵することはいけませんので、「BECC」の実証です。

[大規模CO2分離回収実証設備の運転開始について | 東芝エネルギーシステムズ株式会社 \(toshiba-energy.com\)](#)

②世界中でESG投資が拡大しており、環境への配慮に積極的に取り組んでいる企業の価値が高まっているとありましたが、実際に企業が行っている環境を考えた取り組みにはどのようなものがあるのか教えてください。

【回答】

地球環境を考えた企業や企業活動には、次のようなものがあります。

1. 再生可能エネルギー関連の製品（洋上風力やより軽量で変換能率の良い太陽光パネル）
2. 自動車、航空機、船舶など運輸交通の電動化、自動化、高効率化、半導体
3. 工場の自動化、デジタル化、
4. 建築物の省エネ化、省資源化、寿命延長
5. シミュレーション、エンジニアリングなどの AI、ICT などによる省資源化

Ｊさん

①国が原子力発電所の増設をいざ実行しようと考えたとき、建設にあたっての「国民の理解」を優先するのか、それとも不足気味である「人財やサプライチェーンの招集」を先に行うのだろうか。どちらを怠っても手遅れになりそうであり、単純な疑問としてもっている。

【回答】

「Gさん」の②と類似の疑問と思われるので、参照ください。

現在政府は原子力の新增設リプレースを行うには、原子力の国民理解がまだ不十分だと言っていますが、その根拠は必ずしも明確でなく、何を以って理解が十分になったと判断するのも不明です。特に今は秋の衆議院選挙への悪影響を恐れて「国民理解」を理由にしているようです。

一方、この状態のままだと人材とサプライチェーンの崩壊が益々進みますから、むしろこっちの方を優先して、新增設リプレースを決断するのが良さそうに思えます。しかし、その場合でも選挙への悪影響は避けられませんから、政府は将来の我が国のエネルギー安全保障の為に、原子力の新增設を、再エネと共に推進する、と決断し、国民に向けて表明すべきでしょうね。

②2011年福島第一原子力事故の原因の一つとして、「不十分であった過酷事故対策（地震・津波等外来的事象等）」が挙げられるが、実際にこれらを対策しようとしたとき、職員の安全意識の向上といった意識的なものに加え、何か設備的な対策はするのだろうか。

【回答】

東電福島第一事故の反省として、不十分であったのは津波対策に尽きます。経営トップ（社長以下役員）の安全に対する意識に抜けがあったことは大きな反省ですが、設備的な対策としては想定される津波高さを超える防潮堤の設置や安全上重要な区画（非常用電源など）に気密扉設置が考えられます。しかしこれらは工事期間も費用

も膨大にかかります。もっと簡便な対策としては津波高さを超える高台に第 2、第 3 の非常用発電機(空冷ガスタービン発電機)をより短期間に、より安価な経費で設置していればあのような炉心溶融(過酷)事故は防げました。

現に、台湾では福島第一より少し後に、同じく米国 GE 社から輸入した原発がありますが、台湾電力の知恵により 50m の高台にガスタービン発電機が設けられており、東京電力は福島事故よりもかなり前に見学してこのことを知っていました。

Kさん

①地層処分で CO₂ の一部や高エネルギー放射性廃棄物を埋めることで温暖化や原子力発電所の問題を減らそうとするのは確かに影響が出にくく、人から遠くにしまうことができると思う。しかし、埋めたときは良くて将来、入れ物が劣破損した場合に中身が出て安全なのか。また、地盤沈下や地震など影響がありそうなものはあるのととりあえず遠い場所に埋めておくような考えは危険だと感じた。この地層処分についての知識が少ないからかもし入れないが、まだ地上に保存する方が私は安全なのではないかと考える。なぜここまで地層処分を進めようとするのか。

【回答】

・まず、石炭火力などから回収した CO₂ の深地下貯蔵と、原発の使用済み燃料を再処理して出る高レベル放射性廃棄物(高“放射能”であって、高“エネルギー”ではない)の深地下地層処分は、全く別のものであることを理解して下さい。

・地層処分を選定する最大の理由は数万年にわたって、人間が直接関与する事がなく、保管(処分)が可能と考えられるからです。(地上保管では数万年、継続的に管理する必要があり、将来世代に大きな負担をかけることとなります。)

・その為には、適地の選定が大事ですが、既に適地 map が作成されています。適地とは、火山、断層、炭鉱など地下資源から遠く、隆起、浸食の恐れがなく、地下水の流れの遅い安定した地下地盤のあるところ。深地下では地震や地盤沈下の影響は地上に比べて極僅かであることが分かっています。

・また埋設廃棄物には多重バリアシステムを採用します。すなわち、高レベル放射性廃棄物をガラス固化体(ガラス瓶に入れるのではなくガラスに溶かして固める。)として閉じ込め、それを炭素鋼でオーバーパックし、更にそれをベントナイトとよばれる粘土で包み、安定した岩盤に閉じ込めます。

【逆 Q5】

貴方の故郷の自治体が高レベル放射性廃棄物地層処分の文献調査の申請をしようとしたら、貴方は賛成しますか、反対しますか？

②原子力発電所を動かすとき、世界的にも地震や津波が多い日本では事故が多くなってもおかしくはないし、国土は広くはないので逃げ場も少ない。しかし、これからの発電を考えると必要な発電所だとは思ふ。どのように対策したら多くの人が安心できると思うか。

【回答】

・最初に誤解を解いておきたいのですが、福島第一原子力発電所の事故は、地震により設備が破壊されて起こったものではありません。津波により、非常用電源設備、電源盤が水没し、機能喪失により起こったものです。

・東日本大震災の後、IAEA(国際原子力機関)が、震源地に最も近い東北電力女川原子力発電所を調査し、被害が極めて軽微なことに驚いた旨の報告書を公表しています。これは女川原子力発電所が過去 1000 年の津波の高さの記録を基にそれ以上の高さに設置したので、東電福島第一のような津波による非常用電源の水没を免れたからです。

・また原子力新規制基準により、安全性強化が図られ、万が一重大事故が発生しても外部への放射能放出は従来に比べ、大幅(～1/1000)に減少し、UPZ{発電所から 5km 以上)ではしばらく屋内退避で良いとされています。

以上の事実をよく理解してください。勿論避難計画と訓練は必要です。

L さん

①原子力発電後に出る廃棄物を処理する施設を使い切ってしまったらどうするのか。

【回答】

・高レベル放射性廃棄物はガラス固化体(直径 400mm 長さ 1300mm 重量 500kg)にします。日本が今まで消費した全核燃料を処理した場合、発生するガラス固化体は 25000 本とされています。

・現在計画されている処分場はガラス固化体 40000 本を処分する予定で、広さは地上部 1～2 平方 km、地下部 6～10 平方 km 程度で、全国で 1 か所です。従って、あと数十年は処分用地がなくなることは想定されません。

②日本を含む 125 ヶ国と 1 地域がカーボンニュートラルを実現しようとしているが、日本のカーボンニュートラル計画の進行は早い方なのか遅い方なのか。

【回答】

・最初に省エネがどれ位進んでいるか?(炭酸ガス排出量/GDP)で言えば日本は世界トップレベルと思います。

・カーボンニュートラルは一応先進国並みの目標は掲げていますが、置かれた環境（原子力の支持弱い。肝心の再生可能エネルギー、太陽光、風力の適地でない）の厳しさから、達成には大変な苦勞が予想されます。

M さん

①発電コストの際に原子力の政策経費とは何か？また、火力発電にはそうした経費がかからないのはなぜか？

【回答】

・電源三法に基づき、発電所立地地域を抱える自治体に交付される交付金や将来発電技術開発支援金です。原子力が大部分だが、水力、地熱にも若干支給されています。一方火力は対象になっていません。原子力発電所と言う、謂わば危険と隣合わせの”迷惑施設“を受け入れて頂いた立地地域に、大都会など消費地からの感謝金ともいべき経費です。この財源は電力消費者の電気代の一部です。

②「3E+S」考慮した、2050 年までの CN 達成には現時点で、「原子力発電」が最も有効的であると考えます。しかし、日本のような災害の多い地域では「3E+S」の部分の「S (Safety)」が不十分ではないかと思われる。そうした点を踏まえて、日本は 2050 年までの CN 達成は現実的ではないという考えを持ちました。シニアネットワークの方々の皆様は、2050 年までの CN 達成は可能であると思えますか？もし、不可能であるのならば、CN と Safety の面のどちらを優先すべきだと思いますか？

【回答】

・原子力発電の安全性に不安を感じる人がまだ多い事は認識しています。しかし原子力発電所は 2011 年の東電福島第一の過酷事故を真摯に反省して、その後世界一厳しいと言われる新規制基準を制定し、設計、施工、運転管理を含めて、考えられる自然災害は反映しており、学生の皆さんにはその点を勉強して欲しいと思います。

・CN の難しさは電力をグリーン化すれば達成される訳ではないことにあります。なぜなら世界のエネルギーの～70%は電力ではなく、熱等で消費されているからです。原子力は炭酸ガス排出低減に効果はありますが、原子力をやらない国も CN が求められています。

・なお、エネルギーに必要な要件は「S+3E」と言われるように、S、即ち安全性は何ものにも増して重要な要件であり、従って CN(地球温暖化対策＝脱炭素)よりも優先すべきです。

SNW 対話イン北海道教育大学 2021

第3グループ 事前質問への回答（針山、船橋）

【はじめに】

対話会に相応しい大変有意義な事前の質問有難う御座いました。
皆さんの質問の意図やその質問の背景をしっかりと理解していない点もあるか
と思いますので、以下に示す回答は概略の骨子程度の内容としました。
詳しくは来る28日の対話の際に双方向でのやり取りを進めつつ問題認識を
深め合いきちんと理解しあうことが出来れば有難いと思います。

Nさん

- Q1:新規の原発新設が途絶えている影響で、設計・建設経験者は半数以下となっ
ているとあったが、技術を守っていくためにも、これから人材確保をしてい
く上でどのような方法が考えられるか
- A1:島国で資源小国の日本にとって、エネルギーの安定確保が何よりも大切です。
日本は世界の経済大国であり、エネルギー消費の高い工業立国であり尚且つ
少子高齢化が著しく進展している国なので「安くて・安全で・安定なエネル
ギー供給構造」の構築が国益に沿います。従って、原子力技術の維持、人材
確保に当たっては以下の政策が必要です。
- ① 国は現在並びに将来の日本にとって原子力発電が必要であることを国民に明確に説明し原子力政策と正面から取り組む政策を進めること。
 - ② 併せて、東電福島原発事故の反省と教訓を生かした結果、原発事故のリスクは著しく低減され市民社会に安心して受け入れてもらえるレベルであることを国民に分かり易く説明すること。
 - ③ 国民の原子力への不信感は電力会社の相次ぐ不祥事から派生している面が大きいので、電力事業者は不祥事を根絶するべく不退転の決意で取り組むこと。
 - ④ 新規原発を建設する上での大きな課題の一つは巨額な初期投資であるので、電力会社が新規原発に投資しやすい環境を形成する目的で融資に配慮する新しい制度を構築すること。
 - ⑤ 新型の原子力発電プラント開発を推進する国家プロジェクトを立ち上げ、産業界が有する実力を発揮できる環境を整備すること。
 - ⑥ 原子力安全規制行政の適正化を進め、効率的で合理的な安全審査が実現

するよう努める事が肝要です。この為には世界の規制行政をより深く学び取り、法改正を含めて抜本的な改善に取り組む施策展開が必要です。

Q2:原子力や地球温暖化について、不安を煽るような情報がメディアで流れてくることが多く、それらの科学的事実が国民に伝わっていないように感じる。どうすればこの問題を解決できると考えられるか

A2:本件は古くて新しい問題で、メディア報道の姿勢並びに国民のメディアリテラシーの双方からの改善が必要ですが、国民民度以上のメディアは生まれないことを考えると、国民意識の改善が先決課題と思料します。

例えば、コロナ感染パンデミックに例を取ると、日本社会の一般的な傾向として、国民は感染数とか死者数とかの一過性データに関心はあります。しかし、新型コロナとはいったい何か？ ウイルスとはいったいどんなものなのか？ それは生物なのか？ ワクチンとはいったいどのような作用をもたらすものなのか？ その生物学的メカニズムはいったいどのようなのか？

と言った観点から知識を獲得する姿勢が極めて貧弱といえます。エネルギー環境問題でも同様で、正しい知識を獲得する知的エネルギーはとても貧弱といえます。

0さん

Q1:災害が起こった際の対策として、東日本第一原発の事故を教訓に対策を強化したようですが、また、東日本大震災のような状況となった時、安全が確保できるものなのか気になりました。災害が起こった際、職員の方も逃げなければならぬはずですが。特にこの2点について気になりました。

- ・人間がいなくとも操作することができるものなのか。
- ・災害で、原発施設へしばらく立ち入ることができなくなった際は、どうするのか。

A1:大地震などの自然災害に起因する事故であっても、発電所内部の機器の故障に起因する事故であっても事故発生当初の安全設備の作動は全て自動的に発動される設計になっています。事故後の復旧過程では運転員の判断による運転操作が必要です。その為に、運転制御の中核である中央制御室は仮に炉心溶融事故があっても安全に長期間滞在出来るように設計されています。又、テロなどで航空機が原子力発電者に意図的に衝突しても特別の建屋に設置された設備で原子炉を停止することが出来る設計となっています。

Q2: 14枚目のスライドより、水力発電のエネルギー供給量のみ、半世紀以上もほぼ一定の値を取っていることがわかります。水力発電による、電力供給を増やす話はなぜ上がらないのか、水力発電所を増設する話は上がらないのか、気になりました。

A2: 水力発電は我が国にとって貴重な純国産安定電源です。

約130年にわたる水力発電の歴史の中で、果たす役割も時代背景に応じて変化してきました。

オイルショック(1973年)以前は急速に増大する電力需要をみたすために大規模発電を中心に、オイルショック以降は石油に替わる貴重なエネルギーの一環として、また、電力消費のピークに対応するためには揚水発電と、まさに時代の要請として開発されてきました。

現在では、大規模開発に適した地点の建設はほぼ完了し、21世紀は中小規模の発電所の開発が中心となります。中小規模といっても、その平均的出力は約4,500kW、この規模の水力発電所は4人家族で約1,500世帯(1世帯当たり30Aとして)もの電気に相当します。我が国は、豊富な水資源に恵まれ、これら中小規模の開発に適した地域はまだ残されており、その開発は貴重な国産エネルギーの確保という面から、大きな力を発揮します。

Pさん

Q1: 日本の内閣において大臣は内閣の中で選出されると認識しています。今回特に関連のある環境大臣についてなのですが、議員である時点で学生、ひいては国民よりは膨大な知識をお持ちであるとは思いますが、しかし環境問題の基礎から今後どうなっていくかに至るまでどの程度の理解があるのか疑問に思いました。大学等での専攻で学んだことなどをもとに環境大臣という役割が与えられているのでしょうか。

A1: 現在の環境大臣の資質についての質問ですが、環境派からは一定の評価はあるようです。一方、安定供給が優先課題と考える人たちからは否定的評価が多いようで、小泉環境大臣の資質と評価は分かれています。

Q2: 私は青森県大間町出身です。大間原発は今後の原子力拡大に向けても重要視されていると感じています。原発に関して知識を持たない人が漠然と原発を嫌い反対するのはわたしはある程度納得していたのですが、大間の町民は年

配の方が多いということもあり技術や安全性に関してほとんど学ぶ機会がなく知識がないと感じています。その中でも多くの町民が反対をしていません。安全性等を学ぶことと賛成派、反対派の関連性はどの程度あるのかと疑問に感じました。

A2: 原子力に対する意見がどのようにして形成されるか、立地近郊の住民の考え方と首都圏住民の考え方に違いはあるのか、安全について学んだ人が原発賛成となるかどうかなどは大変関心のある例題と考えます。28日は時間のある限り意見交換をしたいものと考えます。

Qさん

Q1. 太陽光パネルなどの設備を外国に頼ることが問題であるようにおっしゃっていたと思いますが、完全に外国に頼ると割りきることは出来ないのですか？

Ans. 完全に外国に頼ると言うことは、エネルギーの安全保障の点で問題があります。

「エネルギー安全保障」とは、エネルギーが安定的に、また低廉な価格で供給される状態を達成しようとする取り組みのことです。今後資源小国の日本がカーボンニュートラルを推進していく上で再エネとして使用するソーラーパネルなどの設備を海外に依存する事になれば必要量の確保と値段についても外国に依存する事になります。この状態ではエネルギーが安定的に、また低廉な価格で供給される状態を達成する事はほぼ無理で、カーボン排出がほぼ無い原子力発電所の更なる新增設等の対応が必要でしょう。

また、先日の講義の資料には以下の記述が出ています。

「太陽光発電パネルの80%は中国製、風力発電も今後中国製が増える予想、また電池など含めた機器に必要な鉱物資源は中国が大きなシェアを占める。火力発電激減、原子力発電低迷で、再エネを更に拡大すれば日本の製造業は壊滅的打撃を受け、中国を利することになる。」

尚、日本としての問題の他に、世界的問題として、ソーラーパネルに使用される結晶シリコンの世界市場シェアの45%がウイグル地区のもので残りは30%もウイグル以外の中国製で、その合計は75%となる。「太陽光発電を導入している人々、ないしはその費用を負担している人々は、それが環境のため、ひいては人のために良いことだと思っている。ところがそれが、強制労働を助長し、人権を侵害しているというのでは、本末転倒だ。」という意見や、「現状中国は世界最大の28%の炭素排出国で、カーボンニュートラルを他の国々より10年遅い2060年を目標としている。それまでこの炭素を排出し続け、そのエネルギーで作ったソーラ

「一パネルを高値で売ることが出来るのは不公平である。」という意見があります。
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/anzenhosho.html>

Q2. 事故に対する対策が十分ではなかった、と資料にありましたが、東日本大震災レベルの災害がまたも起こったと仮定した場合、限界があると思います。そこでなのですが、無人の離島などに原子力発電の設備を作ることはできませんか？

Ans. 原子力発電所立地の適格性を考える上で以下の様な検討が行われます。

原子力発電所の立地選定から運転開始までには、用地取得、事前の陸、海、空にわたる広範な調査作業、港湾建設等海洋関連作業、原子炉設置許可、電気工作物許可、工事計画認可、使用前検査など様々な法的手続きに基づいて進められます。具体的に準拠すべき法律を以下に示します。

[01.gif \(870×640\) \(jaea.go.jp\)](#)

これらの検討を行った結果、現在の立地地点が選定されており、無人の離島という条件を優先しようとしても、残念ながら、ほかの条件で立地が困難という結論になりそうです。

更に、無人の離島といえども福島第一原子力発電所の事故後、東日本大震災レベルの災害にも対応出来る様に制定した新規制基準は適用されます。住民が不在であれば避難が免除される可能性はありますが、離島だからといって事故後に作られた新規制基準の要求内容に変わり無く発電所の施設自体を堅固に作る必要があります。

Rさん

Q1, 日本が是非とも参考にしたいエネルギー政策を行っている国はどこにありますか？

ANS: 第6次エネ基作成中の時宣にあった興味深い質問です。

参考にしたいエネルギー政策については個人的見解になりますのでご了解ください。

資源小国の日本がエネルギー政策として考えるべき主要なものをいくつか引用します。

1. 自国のエネルギー自給率の度合い

2. 将来のエネルギー資源が得られる場所
3. 将来のエネルギー消費量
4. 将来のエネルギー分野別目標、GDP に占めるエネルギーの割合
5. 許容可能な環境外部性がどのようなものか、またその予測
6. 国家安全保障や外交政策の将来における帰結がどうか

この中で日本として特に留意すべき点は、エネルギーの自給率が 12%程度 (2018 年) で極めて低く、備蓄が極めて困難な点です。このことは何か外乱があってエネルギー輸入量が途絶えた場合比較的短時間でほぼ全面的に国家としての体裁が保てなくなる事を意味しています。(カロリーベース総合食料自給率も低い方ですが 38%あります) つまりエネルギー安全保障が極めて脆弱な点です。

そういう観点で海外を見ると、やはり米国が参考になると思います。米国は自給率が高く裕福な国ですが、にもかかわらず 1977 年にエネルギー政策の司令塔の役割を持つエネルギー省を創設し各項目についてバランス良く目配りを行っているように思われます。

具体的にエネルギー省は以下の分野で活動を実施しています。

- (1) エネルギー安全保障：米国のエネルギーセキュリティを、信頼性が高く、クリーンで経済的なエネルギーによって向上させる。
- (2) 核セキュリティ：米国における核セキュリティの確保
- (3) 科学的発見と技術革新：科学的発見、経済的競争力の強化と科学技術の革新による生活の質的向上
- (4) 環境上の責任：核兵器生産による負の環境遺産に対して責任ある解決法を提供することによって環境を保護する。
- (5) 管理の改善 (マネジメントエクセレンス)
(日本にはない核の軍事利用も含まれています)

これらの活動には潤沢な予算を使ってシンクタンクを育て、データベースに基づく提言を

提示させこれを政治に反映するようにしています。

この他、原子力に関して国民の理解を推進するように努力しているフランスも参考になります。

Q2. 日本の原子力発電所は、エネルギー面以外にも間接的に日本の防衛力を他国に示す面を持ち合わせているということは本当でしょうか？

Ans. 日本の防衛力は専守防衛に限られており、原子力発電所が防衛力を示す面を持ち合わせていることはありません。おそらく原子力全般に関する誤解と思

いますので、日本国の原子力に関する基本的立場を国会の答弁を引用して以下に説明します。

「我が国は原子力の平和利用のみを行っておりまして、核兵器製造のための知識、経験、ノウハウは持っておりません。」(天野之弥政府参考人＝外務省総合外交政策局軍備管理・科学審議官、二〇〇四年六月一日・参議院外交防衛委員会)

「使用済み燃料あるいはMOX燃料の状態ではウラン等プルトニウム以外の成分が大量に含まれているため、そのままでは核兵器を製造できないというふうに聞いております。また、使用済み燃料を再処理いたしまして回収されるプルトニウムにつきましては……核兵器の製造には適さないというふうに承知しております。」(迎陽一政府参考人＝資源エネルギー庁電力・ガス事業部長、二〇〇二年四月二五日・参議院外交防衛委員会)

つまり発電後再処理で出来るプルトニウム(Pu)は兵器の原料(Pu93%以上の組成のものを兵器級という)として適しておらず、また、これを使って兵器を作る知識経験ノウハウもないという事です。これは原子力基本法(昭和三十年法律第百八十六号)に原子力の研究、開発及び利用は平和の目的に限り行う旨が規定されており、また核兵器の不拡散に関する条約(昭和三十五年条約第六号。以下「NPT」という。)上で非核兵器国として、核兵器等の受領、製造等を行わない義務を負っており、この義務を誠実に履行する事を規定しています。これに則り原子力は取り扱われているため防衛力とは無関係です。

尚海外では兵器級ではなくPu濃度が低い原子炉級Puでも核兵器製造が可能であるという意見がありますが、実施が可能である事は立証されていません。出来ない事を証明するのはいわゆる「悪魔の証明」の範疇です。この様な可能性を根拠に、いつでも兵器転用が可能であるかのような意見がありますが、原理が判ってからといってすぐ実装(implementation)ができるものではないことは自明の理です。現時点での日本の原子力技術を使って核兵器製造を行い、防衛力を他国に示す面を持ち合わせているということはありません。今後も原子力基本法に従って平和利用の目的に限るべきです。

Sさん

Q1. 日本近海でも産出されるメタンハイドレードについて、現段階での実用性はあるのか。ネガティブエミッションによる差し引きや技術革新により低コストでの実用に踏み切ることはできるのか。

Ans. 経産省、産総研等の情報に基づき回答します。

1) 現時点で、実用性があるとした文献は残念ながら見当たりません。

平成 30 年の第五次エネルギー基本計画には、「日本周辺海域に相当量の賦存が期待されるメタンハイドレートについて、我が国のエネルギー安定供給に資する重要なエネルギー資源として、2023年から2027年の間に、民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指して、技術開発を行う。」ことが記載されています。したがって、この選択にいくらのコストがかかるのかが全く不透明であり、ご質問の「ネガティブエミッションによる差し引きや技術革新により低コストでの実用化」は先が見えていない状況です。

一般論ですが、ある要望があり、それを満足する可能性があるものが存在しても、必ずしもその要望が達成されるとは限りません。

メタンハイドレートに当てはめると、エネルギー資源小国である日本には自前のエネルギー源が欲しいという要望があります。次に、周辺にエネルギー源として使えるメタンハイドレートがあることが判明しました。しかしこれを取り出す技術が確立されていません。何とか他のエネルギー源とコスト競争ができる技術を創出するための努力をしている、これが完成した暁には民間企業にて実施することとしています。今後何とか成功してほしいと思います。

経産省では「長期間の安定生産を実現するための生産技術の確立、経済性を担保するための資源量の把握、商業化を睨んだ複数坑井での生産システムの開発等について取り組む。」とうたっています、(以下の URL 参照)

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shigen_nenryo/pdf/022_03_00.pdf

尚取り出し方法、取り出せる量、生態系への影響等についての問題を指摘しているものもありましたので以下に参考として紹介しておきます

<https://emira-t.jp/ace/413/>

Q2. 電気自動車について北海道などの寒冷な土地ではバッテリーの減りが加速するのではないかと、また、現代における車の普及率や役割性、値段を考慮すると非効率な部分も生じるのではないかと。

Ans. 寒い地域ではバッテリーの減りが早いのはご指摘の通りです。これはガソリン車に搭載されている鉛電池で良く経験します。電気自動車 (EV) の場合は、現状リチウムイオン電池を搭載していますが、低温になると電解液の中をイオンが移動する速度が遅くなる為減りは早くなる傾向は同じです。しかし内燃機

関車では起動時のセルモーター駆動に一時的に大きな電力を使いますが、電力リチウムイオン電池では電池自体が駆動エネルギーで常時電力を使いますので、特に低温特性の向上に注意が払われているようです。更なる向上を目指して電解液の無くした全固体電池の開発も進んでいるようです。

非効率な部分も存在するのではないかとの質問について。効率は有効に使用出来たエネルギーと投入したエネルギーの比率ですが、ここでは「仕事の能率」的な意味でEVを考えて見ます。

まず車単体で考えると、駆動部分については、EVはモーター駆動なので効率は80%台、内燃機関は30%台でEVが効率的。

単体のEVは蓄電池がネックで走行距離が短く値段は少し高い。当面用途を短距離に限ればモーターの重量は軽く安いので安価な小型EVが製造可能。

インフラも含めて考えると電気充電スタンド数が少ない。現状では内燃機関向けの社旗である。

環境に対する影響を考えるとEVはCO_x、NO_xの排出がなくクリーンである、また災害時の非常用電源として使える。

更に国際的な外圧として、ガソリン車に対する規制の強化の追い風に乗って、やがては量産効果で価格が下がると考えられます。台数の増加に伴い現在劣勢のインフラも整備される、また蓄電池の性能も引き続きUPしており今後更に普及が見込まれる。などと考えられますが。如何でしょう。

これは今後の皆さんにとって重要なツールの将来です。何にどの様に投資して行かれるのか、期待しています。

以上

対話イン北海道教育大学2021 第4グループ 事前質問への回答

2021年7月26日

松永一郎（ファシリテータ）、古藤健司

（第4グループの皆さんへ）

たくさんのお質問を出していただきましてありがとうございます。7月14日の基調講演

を聞いて、あるいは日頃考えていたこと、疑問に思っていたことをそのまま書かれた様子うかがわれます。以下に回答を準備しました。

28日の対話会を楽しみにしております。

Tさん 回答者：古藤

Q1. 地球温暖化の原因は本当に二酸化炭素なのか？

A1. 温室効果ガスによる地球温暖化の仕組みについての説明は既知のこととして割愛します。

三原子以上の分子（水、二酸化炭素、オゾン、メタンなど）は赤外線を吸収していわゆる「温室効果」を呈します。大気中の温室効果物質の地球温暖化へ寄与は、水蒸気：48%、二酸化炭素：21%、雲：19%、オゾン：6%、その他：5%と見積もられています。従って、水蒸気と雲による寄与が67%となり主役であります。気温が上がれば大気中の水蒸気圧は上昇し雲も多く発生しますので地球温暖化は助長されますが、雲は太陽光を反射しますので逆に冷却の効果も呈します。

一方、天文学者は「地球の温暖化・寒冷化は太陽の活動によって大きく左右される。黒点の観測から、地球は小氷河期に向かっており、昨今の異常気象はその兆候であるかもしれない。」という見方を出しています。「二酸化炭素による地球温暖化」を強く主張する議論の中では、水蒸気+雲の温室効果や太陽活動（黒点の観測結果）の影響は無視されているようです。つまり、可能性は大きいですが、「二酸化炭素の温室効果が地球温暖化の主因である。」との科学的な結論には達してはいません。

超高速大型計算機の進化に伴って地球環境シミュレーション技術が急速に発展していますが、まだまだのようです。

産業革命以来、石炭を始めとして化石燃料を消費してきました結果、大気中の二酸化炭素の濃度は確実に上昇し、それに呼応するように世界の平均気温も上昇していることが明確になってきました。ここ数十年を見ると超大型の台風やハリケーンなどや集中豪雨による大規模災害の発生が世界中で増えてきています。これらの主因は海水面の温度上昇に起因します（水蒸気

圧は水温に対して指数関数的に上昇)。すなわち、地球温暖化を暗示するものですが、以前は専ら「地球温暖化」という言葉が使われていましたが最近では「気候変動」という言葉が使われています。つまり、前述の不確実性を反映したものと思われま

す。カーボンニュートラル：化石燃料依存の脱却は地球温暖化対策という一義がありますが、限りある貴重な有機資源の材料としての有効利用・将来への持続可能な社会への蓄蔵として捉えることが本質的と思いますが、どうですか？

Q2. 地球温暖化対策における原子力発電のメリットを知ることができたが、殆どの人たちはこの事を知らずに原子力発電に反対している。よって、原子力発電に反対・賛成の意見を持つ前にこの事（原子力発電のメリット）を知るべきだと思うが、この現状を解決するために私たちが出来ることは？

原子力学会 SNW のメンバーのような専門家ができることは？

A2. この「SNW メンバーとの対話会」の趣旨を突いたご質問ですね。

先日の基調講演（75 ページ資料）にて原子力発電についてのメリット（経済性、持続性、環境への影響）などを知ることができたとか、嬉しく思います。私が思うに、原子力発電のメリット：経済性については、大方の人々が「安価な電気料金」という恩恵をもって認知されているのではないのでしょうか（福島第一原発事故の後処理・補償・地域復興事業への膨大な資金投入は別にして）。しかしながら、原子力については「原爆・水爆」の途轍もない破壊力の脅威への先入観があり「原子力発電は危険なものだ」との認識が根底にあるのが一般的だと思います。ですから、経済的であっても「安全で環境に負荷が掛からない発電システム」でなければ原子力発電を安心して受け入れることはできないのではないでしょう。

原子力発電のメリットを知ると同時に原子力発電の安全性を担保する原理・仕組みがあることを知っていてもらわなければいけません。これらの科学的知識を基にして原子力発電の是非を客観的に考えてもらわなければなりません。もしあなたが原子力発電を肯定する立場として一般の人に原子力発電のメリット・必要性を論じたと致しましょう。その方は「分かりました。でも、原子力発電は危険なんではしょう？」と疑問を投げかけられたらどう答えますか？

マスコミは原子力事故による放射能の環境汚染とそれが引き起こす社会問題の深刻性を専ら報じますが（これも重要ですが）、一方で、一般大衆に原子力発電の「安全な仕組みや安全対策」について分かり易く解説するような報道があつてしかるべきだと思います。しかしながら、マスコミ関係の方々

も最近では原子力発電のことを勉強なさっておられ、原発事故（臨界事故：核反応の暴走事故）で“核爆発、”が起こった！などとは報じられなくなりました。

・私たちがここでは“理科の先生を目指す、教育大の学生諸君と致しましょう。

素直で感受性の高い中学・高校時代に先生から教わったことや感銘した言葉が、人生における思想・信念の形成に大いに影響を与えられます。従いまして、あなた方が、原子力・原子力発電について“（安全・安心を含め）正しい知識、”を深めていただき、一般の方々そして（あなた方を含めた）次世代を担うに人々に「“地球に優しい持続可能なエネルギー社会、”を構築していくには原子力の利用：原子力発電は不可欠である」ことを教えて行っていただきたい。

・「“地球に優しい持続可能なエネルギー社会、”を構築していくには原子力の利用：原子力発電は不可欠であり切札である」ことを一般社会に認識してもらわなければなりません。特に、次世代を担う世代においては切実な問題でありましょう。そのためには、若い世代のオピニオンリーダーを育てて行くことが必須！つまり、我々 *Senior Professionals* のミッションと（私は）考えています。

科学的思考に長けた諸君：理系の大学生（院生）・高専生に大いに期待しています。

Q3. 地震に対する安全対策や廃棄物の処理などの対策は現在どうなっているか？その対策技術は？

A3. 2011年の3.11東日本大震災によって東電・福島第一原発で炉心溶融事故（原子炉事故としては最悪）が起きてしまいました。この原子炉システムは日本で初の商用発電炉として米国GM社製のBWRが導入されましたが、初期のことでもあり米国仕様そのままのシステムでした。米国の原子力発電所は専ら河川岸に設置され河川水を冷却水として用いるので河川の氾濫に対する安全対策は設計に考慮されています。大河がない日本では海水を冷却水として利用せざるを得ないので、原子力発電所は専ら海岸に立地しています。従いまして、福島第一原発は（以前からも指摘があったにもかかわらず）大津波に対す対策が十分でなかったことが主因でありました。それ以降の原子力発電所は国産化が進められ、国情に合った災害（地震・津波等）安全対策を考慮したシステム設計がなされていました。特に、東日本大震災を被ったどの原発でも原子炉炉心の健全性は維持されており、炉心の耐震

性が証明されました。原子炉の緊急停止後の緊急時炉心冷却システムは（福島第一原発以外）作動し、炉心事故には至っていません。しかしながら、福島原発事故を受け、全国の原子力発電所を一旦すべて停止し、（研究用原子炉施設も含め）原発立地の安全基準の抜本の見直しが行われました。一段と厳しくなった基準を満たすべく電力会社や研究機関はシステムの改造・新設を行ってきました。そして、安全審査をクリアした商用炉から順次再稼働がなされています。が、事故から10年を過ぎましても完全復帰には程遠い現状です。つまり、「竹取物語のかぐや姫が求婚者達に課せた課題のごとく」非常に厳しい安全対策・設備の設置が課せられています。

核廃棄物については、低レベル・中レベル・高レベル放射性廃棄物の処理処分の方法が科学的に検討され、政策・方針も決まっています。しかしながら、その処分場を「どこにするか、どこが引き受けてくれるか、」が問題となっています。難しい問題です！特に、高レベル放射性廃棄物（使用済み核燃料の再処理からの高レベル廃液・残渣）は、①ガラス固化し、②ガラス固化体を金属容器に入れ、③緩衝材（防水粘土）で覆い、④岩盤地層300mの深部に埋葬する：多重バリアシステムが考えられています。これらは、「①岩盤地層中の地下水が緩衝材に侵入し、②金属容器に達して容器を腐食させ、③ガラス固化体表面に達してガラスを溶解させる。④溶解性の高レベル核種は侵入水中に溶出する。⑤溶解した放射性核種は浸透水中を拡散移動し岩盤地層に達する。⑥岩盤地層中の微細水脈中を拡散移動し地表に達する。⑦地表に達した放射性核種の大部分は旅程の途中で崩壊して非放射性核種へと核変換している。」とのシナリオに基づいています。この溶解性放射性核種の埋設処分から生態系までの移行は約1000万年と推算されています。推算には加速度法による実験データや古墳・遺跡などからの金属やガラスなどの保存状態の分析データ、地盤・地質工学からの地下水移行挙動などのデータが用いられています。つまり、生態系への安全・安心が科学的に担保されています。

高レベル放射性廃棄物処理処分の問題、特に、長寿命核種（超ウラン元素：プルトニウム、アメリシウム、キュリウムなど）については、原子炉や加速器などを用いた「核変換処理（昔は消滅処理とも言っていました）」という核的手法が検討されています。つまり、長寿命核種に中性子照射して核分裂・核変換させ、短寿命核種へ変えてしまい、長期リスクの軽減を図ろうとする方策です：高レベル放射性廃棄物の超長期の安全保管管理の軽減化。問題は、工学的には中性子経済が成立するかであり、費用対効果：経済的な成立性があるかであります。

補足：基調講演の資料を参考にしてください。

原子力発電の「安全。安心」について

- ① PWR や BWR などの商用発電原子炉では「核爆発」は起こりえない。
- ② PWR や BWR などの商用炉は「原子炉の固有安全性（自己制御性）」が担保されるように設計されている。

U さん 回答者：古藤

Q1. 「フル MOX」に取り組む理由、メリットについて？

A1. MOX とは Mixed Oxide の略称ですね。酸化ウランと酸化プルトニウムの混合物を意味します。天然のウランには同位体として ^{238}U （約 99.3%）と ^{235}U （約 0.7%）が含まれています。因みに天然のプルトニウムは皆無です。PWR や BWR などの商用の軽水冷却原子炉は燃料として酸化ウランを使用しますが、核分裂性の ^{235}U を 3~5%濃縮したいわゆる濃縮ウランを用います。カナダで開発された重水を使用する CANDU 炉では天然ウランを燃料として用いることができます。

酸化ウラン燃料を装荷した一般の原子炉では、 ^{235}U への中性子吸収によって核分裂（200MeV）が起こり 2~3 個の中性子（即発中性子と遅発中性子）が発生します。核分裂で発生した高速の中性子はウランに吸収され難く、水分子などに衝突して減速された中性子（熱中性子）が吸収され易いという特性があります。発生した中性子は ^{238}U や制御棒などにも吸収されますが、残りの 1 個がまた ^{235}U に吸収され核分裂が起こりますと核分裂反応は安定して継続されます。この状態を「臨界」と呼びます。原子炉では制御棒等の微調整によってこの臨界状態を維持することで安定した運転がなされています。中性子を吸収した ^{238}U は、一部は核分裂しますが、大部は核分裂性の ^{239}Pu へと核変換していきます。従いまして、原子炉の中では、主たる核燃料である ^{235}U は核分裂によって消費されていきますが、 ^{238}U の核変換によって生成した ^{239}Pu の核分裂の寄与が大きくなっていきます（結果的には ^{238}U の燃焼）。BWR での全ウラン燃料の燃焼過程でのプルトニウムの核分裂寄与割合は、初期では約 30%で末期では約 40%と見積もられています。とどのつまり、通常の商用発電炉では全ウラン燃料が用いられるが、その燃焼過程においては MOX の燃焼であって核分裂反応の約 1/3 はプルトニウムが寄与しているということです。

「MOX 燃料」と定義されるものは、再処理にて回収されたプルトニウム（ $^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$ など）を核分裂性物質とし、ウラン濃縮からの副産物：減損ウラン（0.2~0.3%の ^{235}U を含む）などを燃料母材としたものをさします。既

存の PWR や BWR では、燃料の 1/3 程度まで MOX 燃料に置き換えても通常の原子炉運転に支障はないとみなされています。つまり、炉心の核特性は原子炉安全設計操作条件の範囲内にあり、通常通りに原子炉を安全に運転できるということです。既に、各国の商用炉で MOX 燃料の利用が行われており、日本の各原発でも MOX 燃料を一部装荷した通常の営業運転が行われています（その使用済 MOX 燃料も回収されています）。既存の商用発電炉：軽水炉は専ら熱中性子を利用しますので、MOX 燃料を利用することを「プルサーマル」と呼んでいます。

Full-MOX 軽水炉となりますとプルトニウムの割合が更に増え、さすがに炉心の核特性が少し変わってきますので、それに対応した原子炉の安全設計が必要になってきます（ただし既存の PWR や BWR の炉心設計と大きな違いがあるわけではありません）。電源開発（株）が建設を進めている大間原発は日本初の full-MOX 軽水炉ですが、上述の通り、詳細な核データを基にし、安全性を十分に考慮し設計が行われています。

「危険性を考慮した基準が存在しないこと？」は原子炉工学の専門家としては（上述の事例を考えて見れば自明のように）理解しがたいことです。また、「世界でも例を見ない full-MOX 燃料？」につきましても、我が国には（旧）動力炉・核燃料開発事業団（（現）日本原子力研究開発機構）が研究開発を手掛けた新型転換炉の原型炉「ふげん」の実績があります。この原子炉は重水減速沸騰軽水冷却圧力管型原子炉という特殊なものですが、再処理由来のプルトニウムを用いた Full-MOX 燃料を採用しました。「ふげん」は順調に稼働し、貴重なデータを提供してくれました。そして、所定の開発研究の目的を達成した後、廃炉処置が講じられています。

・軽水炉の「フル MOX」に取り組む理由とそのメリット：

ウラン資源の有効利用にあります：核分裂性の ^{235}U の利用には限りがあります。燃え難い ^{238}U の化身である ^{239}Pu を核分裂物質として積極的に利用すれば、限りあるウラン資源を更に有効に利用することができます。本来は、使用済み核燃料を再処理し、回収プルトニウムを MOX 燃料として高速増殖炉で使い、 ^{239}Pu 投入量以上の ^{239}Pu を増殖させ、再処理で回収し再利用する「原子燃料サイクル」を構築すれば利用効率は飛躍的に向上します。ところが、我が国では高速増殖炉の開発が頓挫してしまいました。従いまして、在庫プルトニウムの解消とウランの有効利用を少しでも推進する目論見として「プルサーマル」が行われています。

Q2. 福島第一原発の処理水の海洋放出について：海洋生物への影響は？

A2. 溶解した核燃料等の残損物（デブリ）の冷却などに使われた放射性物質を

含むに汚染水は、イオン交換や吸着処理によって大部分の放射性核種は除染され「処理水」としてタンクに保管されていますが、2021年3月の時点で約125万トンに達しています。ただし、水素の放射性同位体の三重水素：トリチウム (^3H あるいは T 、半減期は12.3年) は HTO として上記の処理水中に存在します。この処理水からトリチウムを分離し除染する方法は色々と考えられますが途轍もないエネルギーを消費し費用対効果が今のところ全く期待できません。また、完全な解決法でもありません(濃縮回収したトリチウム水はどうするのか)。事故から10年を経ていますので崩壊によってほぼ半減しています。国の方針として、「2年目を目途に海洋放出する。ただし、処理水は放出前に予め海水にて100倍以上に希釈し、国の排水中の基準値の1/40程度まで、世界保健機関(WHO)の飲料水水質ガイドラインの1/7程度までトリチウム濃度を薄める。1年間に放出するトリチウムの量が事故前の福島第一原発で設定していた目安を下回るようにする。」が報じられています。世界中の原子力施設からトリチウムは主に HTO 形で希釈されて海洋へ放出投棄されています。お隣の韓国の原発からも福島第一原発以上のトリチウムが放出されています。特に、使用済み核燃料を解体処理する再処理施設からは同原発処理水の数千倍の量が最終的に海洋へ放出されています。

飲料水の水質基準の1/7以下のトリチウム濃度となった希釈処理水を海洋に放出：更に莫大な量の海水中に分散していくわけですから、海洋生物への影響はないものと考えられます。

因みに、トリチウムは β 崩壊して ^3He へ核変換します。その崩壊エネルギーは約0.02MeVなので生体へのダメージは大きくはありませんが、 β 崩壊によって活性酸素を発生させますので、生体細胞への化学的なダメージを間接的に与えることとなります。生体内において発生する活性酸素はトリチウムの β 崩壊に起因するものに対して圧倒的であるので、従って、トリチウムの生体への影響は無視小と考えていいと思います。DNAへの影響も以前検討されましたが、DNAの自己修復機能によって健全性が維持されることが判明しています(ただし、経口摂取限度を超えるような内部汚染の場合は論外ですが)。

補足：基調講演の資料を参考にしてください。

Vさん 回答者：松永

Q1. アメリカは原子力大国だと書かれていましたが、原子力について賛成派が多いのかや事故についてなど、アメリカに住んでいる方はどう思われているのか？

A1. アメリカの原子力発電所に対する世論調査の結果についての情報が、日本の電気事業連合会のトピックス※に載っています。（2014. 1）

- ・ 原発支持者・・・68%
- ・ 既存原発から半径16Km以内の住民の支持者・・・81%
- ・ 68%の近隣住民が必要であれば近くに原発建設を受け入れると表明

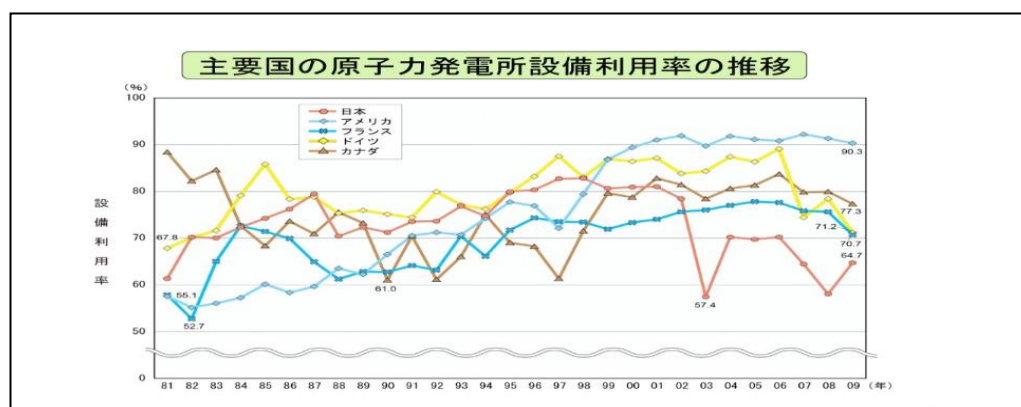
※

https://www.fepec.or.jp/smp/library/kaigai/kaigai_topics/1234817_4815.html

（支持率が高い理由）

アメリカでは1979年、世界で初めての100万キロワットの原子力発電所の炉心溶融事故が起きました。少量の放射性物質が大気中に放出され、一部の近隣住民が被ばくしました。この結果、原子力の規制が強化され、米国の原子力発電所の稼働率が低下しました。

しかしその後、原子力事業者の安全対策の向上が実を結び、原子炉を止めるようなトラブルが減り、近年では90%を超える運転実績が続いています。そのことが、米国民の原子力に対する信頼感を産んだ結果といえるでしょう。



Q2. 原子力発電所を新しく作るのにどれだけの年数がかかるか？

A2.

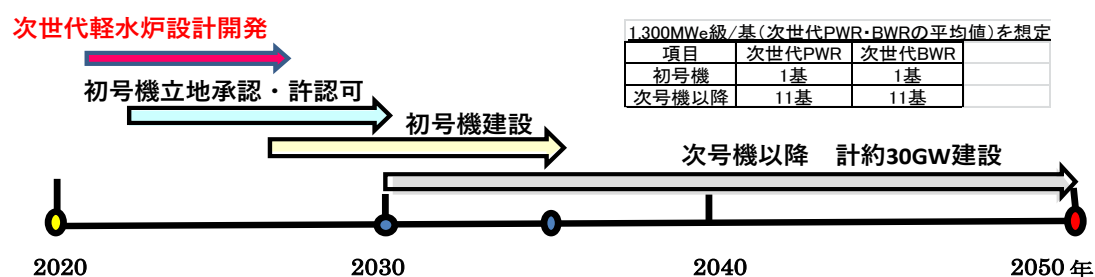
原子力発電所をゼロ、つまり場所選びから始めるというのは、福島第一原子力発電所の事故の後ではありえないと考えます。

新しく作る場合には、現在の設置場所（サイト）の空いている場所に建設するのが一番早いことになります。日本の原子力発電所の現状は基調講演資料のP38に載っています。

建設する場合には、国からの許認可、設置場所の自治体（県、市町村）の同意が必要であり、その後の設計と実際の建設などに長期間必要です。

SNWでは独自に年数を試算しています*が、2022年に始めた場合、完成は2035年になり、13年かかります。

※【提言】次世代軽水炉の新增設・リプレース
<http://www.aesj.or.jp/~snw/teigen/teigen-Maki01.pdf>

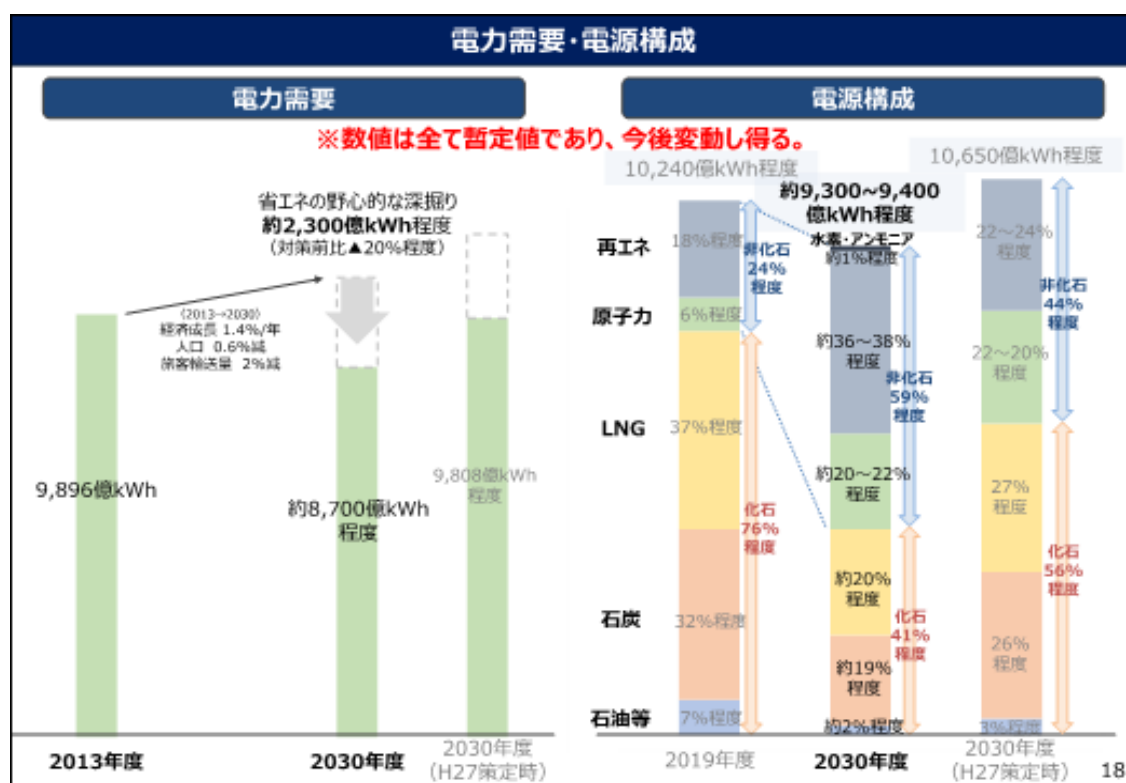


Wさん 回答者：松永

Q1. 2030年の電源構成について、再生可能エネルギーの割合を17%から40%ほどにするために現在どのような取り組みがおこなわれていますか？ 太陽光パネルの製造など……。

A2.

7月21日に第5次エネルギー基本計画に続く、第6次エネルギー基本計画案が政府から発表されました。2030年度の電力需給と電源構成案は図の通りです。



・第6次エネルギー基本計画（案）の特徴

①2030年の電力需要予測の変更・省エネをさらに進める

第5次：10,650億kW → 第6次：9,300～9,400億kWh

②火力発電を大幅に削減

第5次：56% → 第6次：41%

③再エネを大幅に増加

第5次：22～24% → 第6次：38% ・ ・ 約12%増（需要減を考慮）

④第6次では新たに水素・アンモニア発電：1% を追加

（問題点） 「大幅に増えた2030年の再エネ目標値の12%増」を何で埋めるか

・「地熱」「バイオ」「風力」「水力」は環境評価等に時間がかかり

2021年～2030年の9年間では実現不可能

（結論）9年間で対応できるのは太陽光発電のみ

2020年時点で建設済み（7%供給）の設備の1.7倍の太陽光発電設備をさらに設置する？（講演資料P41）

（現在行われている取り組み）再エネを増やすために、政府はFIT（再エネ固定価格買い取り制度）を取っています。太陽光パネルは国産と輸入で賄われており、国産の比率は20%程度です。

日本は既に中国、米国に次ぐ世界第3位の太陽光発電大国。国土面積当たりでは断トツの第1位。国土が狭隘で山林が多く、大雨と台風による土砂崩れが頻発する。

このようなことが可能なのかよく考えてみよう。（講演資料P43, 44）

Q2. 世界の原子力発電の世代交代について、第4世代の原子炉を建てる際に今ある原子炉はそのまま稼働させていくのですか？第3世代の発電所を再利用のような形になるのでしょうか？

A2.

良い質問です（講演資料P71）。原子炉は第1世代から始まり、現在、第3世代プラスの時代です。ここまではPWR, BWRという原子炉の炉心を冷やすための一時冷却材に水を使う「軽水炉」です。

第4世代は一次冷却材に液体のナトリウム金属や気体のヘリウムを使う「高速増殖炉」「高温ガス炉」になります。

軽水炉の用途は発電に限られます。高速増殖炉は発電以外にウランから新しい燃料であるプルトニウムを作ることができます。

高温ガス炉は発電以外に高温（約 1000℃）を利用して水素を作ることや、化学工業の熱源などに使う用途が考えられています。

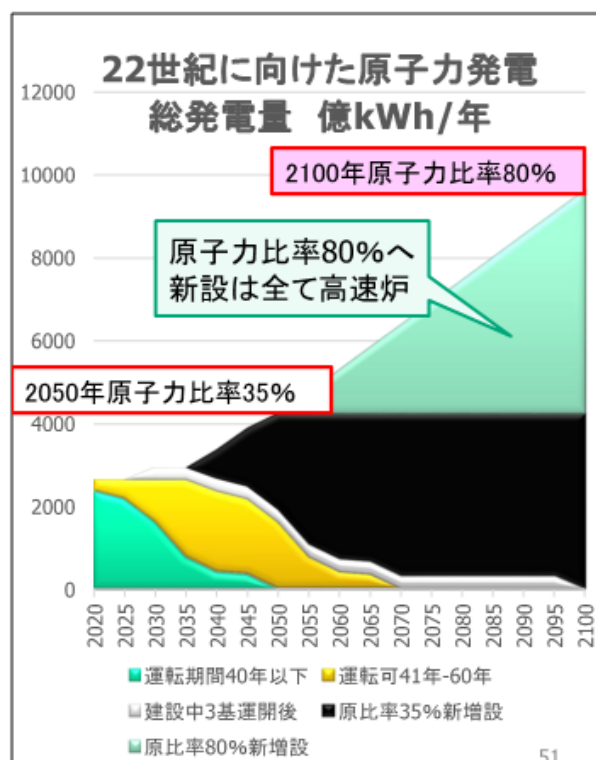
しかし、第3世代原子炉、第4世代原子炉の別なく、最も重要なのは発電能力であり、電気を作り出すことです。

日本で今使われている軽水炉の使用期間は「法律により最長で60年」と決められています。しかし、炉としての寿命は必要な部品を取り換えればどんどん延びることが分かっており、現実にはアメリカでは80年運転の許可も下り始めています。最終的には100年運転も目標にしているようです。

第3世代炉は燃料としてウランしか使えず、確認埋蔵量が115年しかありませんが高速増殖炉になると、ウランから作られるプルトニウムを使い、3000年くらい寿命を延ばすことができます。

結論として、第3世代原子炉はできるだけ長く使い、ウランの寿命とその価格の上昇をみながら、徐々に第4世代原子炉に置き換わっていくことになると考えられます。

下図の講演資料 P51「金氏私案 22世紀へのベストミックス」では、2050年まではすべて第3世代炉ですが、2050年から第4世代炉が出てきて2100年には第3世代炉と第4世代炉の設備容量が逆転することになっています。



Xさん 回答：松永

Q1. なぜ太陽光パネルは日本製ではなく中国製が使用されるのか？

A1.

発電用パネルの値段の違いです。NEDO（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合研究開発機構）の調査によりますと、日本製の太陽光パネルの値段は米国、ドイツ、イタリア製のその2倍であり、中国製はさらにそれを下回る※ということです。

ただ中国製の多くは今問題になっている新疆ウイグル地区で作られており、ダンピングしている疑いももたれているようです。

今後は中国製太陽光パネルの輸入が制限されるかもしれません。

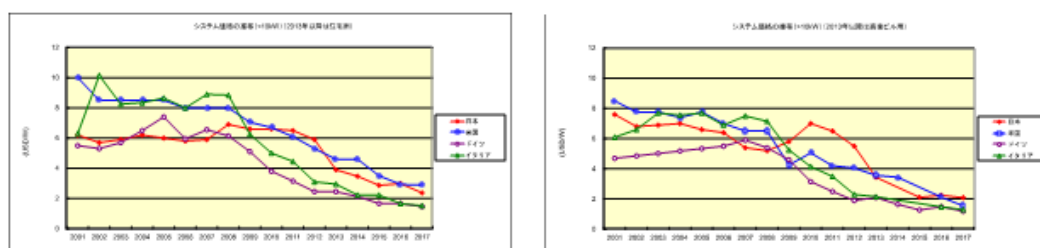


図 2-10 主要国の太陽光発電システム価格（万円/kW）

出典： IEA PVPS Trends Report をもとにみずほ情報総研（株）

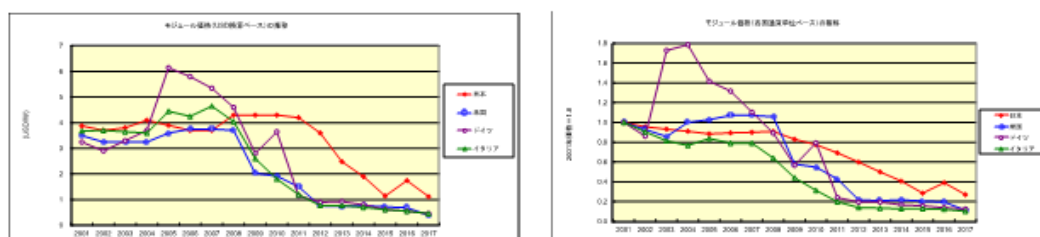


図 2-11 主要国の太陽電池モジュール価格（万円/kW）

出典： IEA PVPS Trends Report をもとにみずほ情報総研（株）

Q2. 原子力発電所はなぜ瀬戸内海などの津波の被害に襲われにくい場所に建てられていないのか？

A2.

原子力発電所の立地図は P38 にあります。よく見ると、四国の西北、佐多岬の付け根の瀬戸内海に面したところに、四国電力の「伊方発電所」があります。

また、中国電力では山口県の東南端の愛媛県と大分県に直面した、上関町に原子力発電所を建設する計画を持っています。この計画は 1989 年に始まり、

発電所建設のための「海面埋め立て」寸前まで行きましたが、福島第一原子力発電所事故で中断中です。



Q3. 福島発電所の事故がなかったら、原子力発電は発電の主軸になっていたのか？

A3.

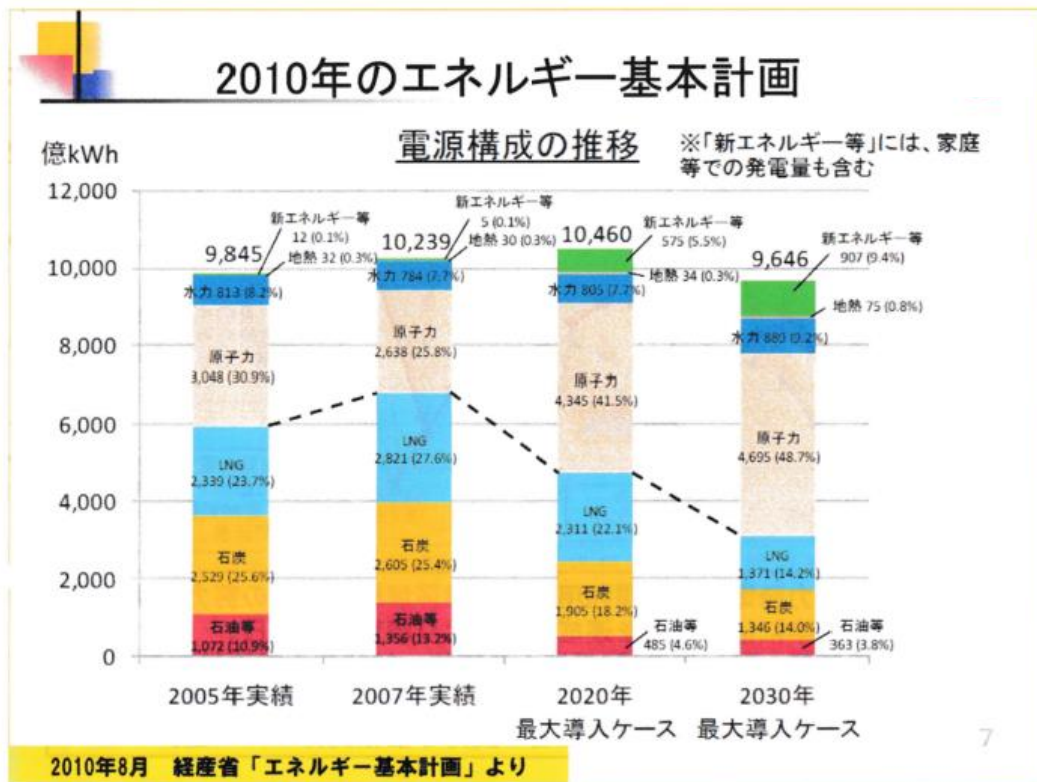
結論：仮に、福島第一原子力発電所の事故がなければ、原子力発電は間違いなく発電の主軸になっていました。

理由：福島事故の起きる 2010 年 6 月に経済産業省から第 3 次エネルギー基本計画が発表されています。それによると、2020 年の原子力最大導入比率は 41.5%、2030 年では 48.7%です。

原子力は昼夜を問わず安定的に大きな電力を供給でき、発電時には炭酸ガスを発生せず、電気代も最も安い発電方式として、主軸電源に位置付けられていました。日本は石油、石炭、天然ガスなどのエネルギー資源が全量輸入であり、一旦原子炉に入れると 2 年以上燃料取り換えが必要ない原子力は「準国産エネルギー」に位置付けられる重要なエネルギー源です。

この状況は福島事故の前後でも全く変わっていませんが、事故の後に世論は真逆になり、事故前はマイナーな存在だった不安定電源の太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーが主軸の座を占めようとしています。

これで本当に日本の将来は大丈夫なのか、皆さんも真剣に考えてください。



Q4. 将来的に 3E+S が実現できた時、世界または日本の経済にどのような影響があるのか？

A4.

良い質問です。3E+S の日本国内での現実的な意味は、基調講演資料の P33 にあるように、安全性を基本として、エネルギー安定供給と環境安全をバランスよく維持しながら経済成長を実現するということです。

- ・エネルギー安定供給：安くて潤沢なエネルギーの供給、エネルギーベストミックス（化石エネルギー、原子力、再エネ）の実現
- ・環境安全：極端に走らない CO2 の削減
 - ➡ 適度な経済成長率の実現＝経済効率の実現

(国内的)「化石燃料」「原子力」「再エネ」をバランスよく利用しつつ(＝エネルギーベストミックス)、過度な CO2 削減を避けることができた場合にはじめ

て、持続的な発展が保障された未来が約束されるということです。

(国際的) 世界の国々では、国別によりエネルギー安定供給の在り方が異なります。エネルギーベストミックスの考えは通用しません。また、CO2削減を強く推進しようとしている国もあれば、経済発展のためにCO2を排出する石炭火力発電を使わざるを得ない国も数多くあります。国別ではベストミックスは異なりますが、それらを平均して、国際的に3E+Sを実現しようというのがSDGs*の考え方だと思います。

この問題は重要で皆さんの未来がかかっています。自分自身でよく考えをまとめてみてください。

※SDGs：持続可能な開発目標（国連）17の目標、169のターゲット

No7・・・エネルギー No.13・・・気候変動

33

第5次エネルギー基本計画 (2018年7月3日閣議決定)

長期的に安定した持続的・自立的なエネルギー供給により、我が国経済社会の更なる発展と国民生活の向上、世界の持続的な発展への貢献を目指す
3E+Sの原則の下、安定的で負担が少なく、環境に適合したエネルギー需給構造を実現

「3E+S」	⇒	「より高度な3E+S」
○ 安全最優先 (Safety)	+	技術・ガバナンス改革による安全の革新
○ 資源自給率 (Energy security)	+	技術自給率向上/選択肢の多様化確保
○ 環境適合 (Environment)	+	脱炭素化への挑戦
○ 国民負担抑制 (Economic efficiency)	+	自国産業競争力の強化

情勢変化 ①脱炭素化に向けた技術間競争の始まり ②技術の変化が増幅する地政学リスク ③国家間・企業間の競争の本格化

<p style="text-align: center;">2030年に向けた対応</p> <p>～温室効果ガス26%削減に向けて～ ～エネルギーミックスの確実な実現～</p> <ul style="list-style-type: none"> - 現状は道半ば - 計画的な推進 - 実現重視の取組 - 施策の深掘り・強化 	<p style="text-align: center;">2050年に向けた対応</p> <p>～温室効果ガス80%削減を目指して～ ～エネルギー転換・脱炭素化への挑戦～</p> <ul style="list-style-type: none"> - 可能性と不確実性 - 野心的な複数シナリオ - あらゆる選択肢の追求 - 科学的レビューによる重点決定
---	---

Yさん 回答：松永

Q1. 地球温暖化とCO2の増加に関係はなく、地球温暖化の原因はよくわかっていないという考えがあるが、対策によって生じる利益、不利益はそれぞれどのようなものがあるか？

A1.

地球温暖化対策の本質を突いた良い質問です。

地球温暖化対策とは？→「地球の温暖化が進んでいるが、化石燃料の大量使用によるCO2の増加が原因」だと考え、「手遅れにならない内」に「エネルギー転換（化石→再エネ、原子力*）」と「省エネの推進」を「世界の国々が協力」していこうという「国際的な合意」

*原子力・・・放射性廃棄物の環境への影響が問題だとして、EUでは積極的な推進をするかどうか検討中

日本の対策→2050CNによって、国際的な合意に沿った対策をとる

利益：各種技術革新（CCUS、水素／アンモニア利用、電気自動車等）
ができれば、経済成長につなげられる

不利益：3E+Sのバランスを崩し、エネルギー安定供給と経済性を損なう

日本のCO2排出量は世界全体の3%に過ぎない。日本の国情を考えずに、無理をしてまで国際的な合意に付き合えば、どのようなことになるのか、自分事としてよく考えてみてください。

Q2. 仮に政権交代が起きて国の方針が変わったとして、我々ができることにどのようなことがあるか？

A2.

わが国のエネルギー政策の推移は講演資料のP32の通りです。

国の方針が変わったのは、2011.3.11の「東電福島事故」の前と後
そして「菅政権」になってからの2050CNです。

福島事故前⇒・原子力を基幹電源として最大限伸ばしていく

・CO2は原子力の導入で下げる

福島事故後⇒・再エネを拡大し主力電源としていく

・原子力は重要な電源として引き続き使うが、その使用はできるだ

け抑えていく

- ・エネルギーベストミックスを目指す
- ・CO2 は再エネ+原子力で下げる

菅政権 →

- ・CO2 削減目標達成のために、あらゆる政策を動員する
- ・再エネは最大限拡大する
- ・石炭火力はできるだけ減らしていく
- ・原子力の新設、リプレイスは？
- ・エネルギーベストミックスは？

仮の話ではなく、安倍政権から菅政権になり、国民に対する説明がほとんどないまま「CO2 削減のスピードを国際公約に沿って、できる限り早める」という方向に舵を切ろうとしています。

7月6日の日経記事を付けます。「皆さんができること」は、とりあえず「2050CNが何を意味するのか、しっかりと理解すること」でしょう。

3 総合・経済 13版 【第三種郵便物認可】

2030年度排出削減目標の内訳

	削減量	削減率	寄与度	
エネルギー	産業	1.73億ト	37%	27%
	業務	1.18	50	18
	家庭	1.38	66	21
	運輸	0.84	38	13
	転換	0.43	42	7
非エネルギー	0.37	21	6	
吸収源	0.48	-	7	
2国間クレジット	0.05	-	1	
全体	6.48	46	100	

(注) 削減量と削減率は2013年度比。二酸化炭素換算

2030年度の温暖化ガスを排出量を13年度比46%減らす目標をめぐって政府が検討中の分野ごとの削減の内訳がわかった。再生可能エネルギーの大量導入などで家庭部門は66%減らし、工場などの産業部門は37%削減を見込む。全体で46%減らすためのほぼまわ電気が熱供給に伴う化

2030年度の温暖化ガスを排出量を13年度比46%減らす目標をめぐって政府が検討中の分野ごとの削減の内訳がわかった。再生可能エネルギーの大量導入などで家庭部門は66%減らし、工場などの産業部門は37%削減を見込む。全体で46%減らすためのほぼまわ電気が熱供給に伴う化

温暖化ガス産業で37%減

30年度計画案の内訳 家庭は66%減

石燃料の燃焼といったエネルギー部門で排出量全体の8割以上を占める。電力を再生可能エネルギーに切り替える分などが削減に大きく寄与する。

21日に公表した中期エネルギー基本計画案を踏まえ、内訳をまとめた。排出量が多い工場などの産業部門は37%減らす。6億4800万トの削減量の4分の1は産業部門が担う。火力発電から再生エネルギーへの転換や設備の省エネ化を進める。家庭部門は66%削減をめざす。産業と比べ熱より電気を使う比率が高く、電力が再生エネルギーに切り替えられることで大幅に削減できる。

いずれも電力供給に占める再生エネルギーの比率を36%と38%、原子力発電を20%と22%に高めることを前

19年度の再生エネルギーは18%、原発は6%だった。30年度目標を実現するには電源構成を抜本的に変えなくてはならない。だが再生エネルギーの主力である太陽光発電は用地不足がネックとなっている。原発は東京電力福島第1原発事故から10年を経て再稼働したのは10基のみで利用拡大の道筋は示せていない。電源構成を見直せたとしても排出削減量はまだ足りない。家庭部門で住宅の断熱性能を高め、ヒートポンプへの転換を促すといった追加策を積み上げている。

新たな温対計画は10月末に始まる第26回気候変動枠組み条約締結国会議(COP26)までに閣議決定する。