



第 17 回つくば 3 E フォーラム 会議報告書

カーボンニュートラルのリアルを目指す

令和 7 年 1 月 25 日 (土)

筑波大学 情報メディアユニオン

メディアホール

はじめに

つくば3Eフォーラム会議は回を重ね今回第17回の開催となりました。2015年に制定された持続可能な開発目標(SDGs)と、パリで開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)で採択された気候変動対策の国際的な枠組み(パリ協定)が車輪の両輪として動き始めて10年が過ぎました。日本でも2030年度の温室効果ガス削減目標を2013年度比で46%削減することが2021年4月に閣議決定されています。つくば3Eフォーラムが発足した当時にあった低炭素社会という言葉は脱炭素社会:カーボンニュートラルへと変遷しています。

現状はどうでしょうか。ハワイマウナロアで観測されている大気中二酸化炭素濃度は2025年1月10日の速報値で426ppmで、2020年以降も2022年を除き年2ppmを超える上昇が続いていることを示しています。2024年の日本の平均気温は、平年値(2020年までの30年間平均)を1.48度上回り、1898年の統計開始以降で最も高くなった、と気象庁からつい先日発表されました。世界の平均気温も同様に上昇していることが報告されており、日本でも世界でもカーボンニュートラル実現へ向けた行動が強く求められています。

カーボンニュートラルな社会実現にはどういった行動が必要になるのでしょうか。数値目標やスローガンは良く耳にしますが、現状の課題分析や、実際にどうしたらいいのか、という情報は不足しているように思います。今回のフォーラム会議では、「茨城県におけるカーボンニュートラルに向けた政策と具体的な取り組み」と題して、茨城県の小貫様に基調講演をいただきます。また、事例発表として、日本自動車研究所の三石様から「脱炭素プラットフォームモデルタウン構築のための基本的考え方」、日本自動車研究所の森田様から「グリーンホロニズムを創生する“まち”と“モビリティ”」、株式会社エネルギー・生活科学研究所の杉本様から「太陽光発電を主体とするエネルギー需給システムの検討〜茨城県を事例に〜」、株式会社JSC総合研究所の岡地様から「2030〜2050年につながる脱炭素社会モデル特区及び生まれる経済効果」と題する発表をしていただき、総合討論を含め、“カーボンニュートラルのリアルを目指す”ために必要なものは何なのか、参加者の皆様と一緒に議論と理解を深めたいと考えています。

今回は、つくば3Eフォーラム会議の会場として初めて筑波大学春日エリア情報メディアユニオン「メディアホール」を使用します。つくば駅からのアクセスも良い会場です。主催者として、皆様のご参加と活発な議論をお願いします。

令和7年1月25日

つくば3Eフォーラム議長

筑波大学生命環境系教授 内海 真生

主催：筑波大学、筑波研究学園都市交流協議会
共催：つくば市
後援：茨城県

プログラム

第17回となる今回は「カーボンニュートラルのリアルを目指す」というテーマを設定しました。我が国は、2050年までに二酸化炭素の排出を実質ゼロにする（2050年カーボンニュートラル）、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言し、様々な取り組みを進めています。今回のフォーラム会議では、現在の茨城県の政策と取り組みをご紹介いただいたうえで、つくば3Eフォーラム「次世代エネルギーシステムタスクフォース」で2021年度から行ってきた、新エネルギー活用社会の実装・普及の検討結果および今後の活動計画についてご紹介します。カーボンニュートラルの実現にむけて真に何をすべきか、有効性のある取り組み紹介などを通して皆さんと考えていきます。

11:30-13:50 主催者挨拶

つくば3Eフォーラム議長 内海 真生（筑波大学生命環境系 教授）
筑波研究学園都市交流協議会長 福田 敬大（国土交通省国土技術政策総合研究所 所長）
つくば市副市長 松本 玲子 筑波大学副学長 西尾 チヅル

13:50-13:55 次世代エネルギーシステムタスクフォース活動概要説明

石田 政義 タスクフォース座長（筑波大学システム情報系 教授）

13:55-14:20 基調講演／茨城県におけるカーボンニュートラルに向けた政策と具体的な取り組み

小貫 智也 氏（茨城県産業戦略部技術振興局科学技術振興課 課長）

14:20-14:45 事例発表／脱炭素プラットフォームモデルタウン構築のための基本的考え方

三石 洋之 氏（一般財団法人日本自動車研究所環境研究部 LCA グループ シニアエキスパート）

14:45-15:10 事例発表／グリーンホロニズムを創生する“まち”と“モビリティ”

森田 賢治 氏（一般財団法人日本自動車研究所環境研究部電動技術グループ シニアエキスパート）

15:10-15:25 休憩

15:25-15:50 事例発表／太陽光発電を主体とするエネルギー需給システムの検討～茨城県を事例に～

杉本 一郎 氏（株式会社エネルギー・生活科学研究所 所長）

15:50-16:15 事例発表／2030～2050年につながる脱炭素社会モデル特区及び生まれる経済効果

岡地 慶直 氏（株式会社JSC 総合研究所 CEO）

16:15-16:55 総合討論

司 会：石田 政義 タスクフォース座長
討論者：三石 洋之 氏、森田 賢治 氏、杉本 一郎 氏、岡地 慶直 氏

16:55-17:00 閉会挨拶：つくば3Eフォーラム議長

オープニング挨拶

筑波研究学園都市交流協議会 会長

(国土交通省国土技術政策総合研究所 所長) 福田 敬大

本日はお忙しい中、第17回つくば3Eフォーラム会議にご参加いただき、誠にありがとうございます。筑波研究学園都市交流協議会（筑協）では、つくばエコシティ構想を実現していくというこのフォーラムの趣旨に賛同して、協議会内につくば3Eフォーラム委員会を平成20年に立ち上げ、研究機関の連携の下、つくば3Eフォーラムの活動を支援してきているところです。

本日のフォーラムでは、「カーボンニュートラルのリアルを目指す」をテーマに、地球の未来のために、環境エネルギー、経済に関係するカーボンニュートラルのさまざまな取り組みをご紹介します。ただけると伺っております。

昨日通常国会が開会しましたが、総理の施政方針演説の中でもカーボンニュートラルの取り組みについて表明がなされています。

その中では、

- 1) 再生可能エネルギー等の脱炭素電源や水素等の次世代燃料供給拠点を拡大し、その供給網を効率的に整備すること、
- 2) 脱炭素電源の整備と新たな産業用地や、関連インフラの整備を共に促すこと、
- 3) GX 投資を呼び込むための成長志向型カーボンプライシング制度及び循環経済への移行を目指すこと、

などが表明されたところです。

アメリカでは新しい政権が発足し、カーボンニュートラル政策を巡って様々な議論がなされているようですが、われわれはこれまでの路線からぶれることなく、地道な取り組みをしっかりと進めていく、皆さんそれぞれが取り組みから得た知見や経験を、失敗談も含めて共有していくことが、前に進むために大事だと思う次第です。

本日の会議が皆さまにとって有意義なものになることを期待して、ご挨拶とさせていただきます。本日はどうぞよろしく願いいたします。

つくば市 副市長 松本 玲子

本日のつくば3Eフォーラムの開催に向けご尽力いただいた、筑波大をはじめとする関係者の皆さまにお礼を申し上げます。本当にありがとうございます。

さて、つくば市の環境の取り組みは、2007年のつくば3Eフォーラムの発足をきっかけに始まったものです。それまでは大学、研究機関、事業者、市民、そして行政も横の連携が取れずにいた状況でしたが、これを契機に横断的な取り組みが始まることになりました。今日までのつくば市の環境の取り組みを振り返ってみますと、国際戦略総合特区や、つくば環境スタイル行動計画の推進を通じた環境モデル都市の選定を受け、大学、研究機関、数多くの機構長が参加した「つくば市環境都市の推進に関する協定」も締結し、これまで推進してまいりました。

その後、SDGs 未来都市の選定、スーパーシティの選定、最近では気候市民会議の開催、脱炭素先行地域の選定と、さまざま形は変わってきておりますが、一貫して環境・脱炭素の取り組みを推進してきました。本日発表される石田先生とは、以前に中央公園のレストハウスにおいて、純

水素を使った直流連系のエネルギーシステムをミニグリッドとして構築していただき、生み出したエネルギーを活用して、市民の皆さんに足湯やモビリティ、電動アシスト自転車等の楽しい体験をしていただいたこともありました。

現在は地球沸騰化の時代ともいわれ、市民レベルでのグリーン・シフトが必須です。つくば市では市民が自ら行動するために、気候市民会議を研究機関と共に開催し、その提案の実現に向けてロードマップを作成して行動していくこととしています。また、つくば駅周辺では事業者や住民と協力し合い、エリア内のカーボンニュートラルを達成するための脱炭素先行地域の取り組みも進めているところです。単にゼロカーボン達成することだけがゴールではなく、脱炭素の取り組みを通じて企業誘致やスタートアップの創出につなげ、つくばの課題ともなっている科学技術のビジネス化、若者の地域定着、中心市街地の活性化の同時解決に取り組んでいるところです。

今後も、このつくば3Eフォーラムが掲げる、環境、エネルギー、経済の調和を取りつつ、2050年カーボンニュートラルに向けて、研究と社会貢献活動を加速化するために、皆さまと共に取り組んでいけたらと思っておりますので、引き続きのご理解とご支援をお願いしたいと思います。以上、簡単ですが私からの挨拶とさせていただきます。

筑波大学 副学長 西尾 チヅル

本日は土曜日にもかかわらず、多くの方々に筑波大学までお越しいただき、本会議にご参加いただき誠にありがとうございます。主催者として大変うれしく思っております。

本日のテーマは「カーボンニュートラルのリアルを目指す」というものですが、筑波大学からも、つくば3Eフォーラムの次世代エネルギーシステムタスクフォースの座長として石田政義先生にご参加いただいたり、内海議長も含めてたくさんの研究者がこのフォーラムの中で活躍していただいております。本日はその成果の一部が報告されるということで、筑波大学としても誇らしく思っております。ありがとうございます。

実は、筑波大学では2022年4月にDESIGN THE FUTURE機構を設立し、私が機構長を務めています。本機構は、現在および未来社会が抱える地球規模課題の解決のために、総合大学である筑波大学にどのような貢献ができるかを、学生も含めて皆で考えようという組織です。前回のつくば3Eフォーラムでも、私は消費者行動やマーケティングが専門ですので、どのようにして消費者のライフスタイルを変えていくかといったことについて話題提供をさせていただきました。今回のシンポジウムと関連が高いテーマとしては、筑波大学の中で学生を中心としてCO₂見える化プロジェクトを始めています。カーボンニュートラル社会を目指すためには、見えないCO₂をいかに見える化するかというのも大きな課題の一つです。それができれば、市民の方々も参画できるのではないかと考えております。

その一つの手法として、学食メニューのカーボンフットプリントを計算して表示するというのを、ここ2年ほどトライアルしています。カーボンフットプリントとは、製品の原材料調達から生産、使用、廃棄、リサイクルに至るまでの過程で排出される、地球温暖化に影響を及ぼすといわれる温室効果ガスをCO₂換算したものとして表示するものです。ただ、CO₂排出量だけ記されてもよく分からないので、これについて学生といろいろな取り組みをしています。筑波大学に

お越しになる際は、そういうことも見ていただけるとありがたく思います。

ところで、CO₂削減を実現するための研究や努力に関する蓄積はかなりありますが、効果的にかつ広く実装可能な解決策を見つけることは簡単ではありません。例えば、水素は何年も前から化石燃料に替わるエネルギーとして期待されていますが、実用化に向けて水素の製造、貯蔵、輸送等の課題があり、なかなか普及が進んでいない状態です。筑波大学でも2022年4月にゼロCO₂エミッション機能性材料開発研究センターを開設し、ホウ化水素シートなどを出して、この課題解決に貢献しようとしています。そのセンター長である近藤先生も、今日ご報告のある次世代エネルギーシステムタスクフォースのメンバーとして加わっておりますので、今日はそれも含めていろいろなお話が伺えるのではないかと思います。

筑波大学ではこれまで、つくば研究学園都市の研究所、つくば市、茨城県、企業などとの連携により、地球規模課題の解決、SDGsの達成やグリーンリカバリーの振興につながる教育研究を進めてきました。いうまでもなくカーボンニュートラル社会の実現のためには、これらの団体や組織の脱炭素化に向けた取り組みだけでなく、消費者の意識やライフスタイルの変革が不可欠です。本日の議論を通じて、皆さまのお仕事や生活、暮らし方と地球環境問題との関係について考え、カーボンニュートラル社会の実現に向けて共に行動するきっかけになることを、心から願っています。

簡単ではございますが、私の挨拶に代えさせていただきます。本日はどうぞよろしく願いいたします。

（司会） それでは講演に移らせていただきます。最初に、次世代エネルギーシステムタスクフォースの活動概要について、座長の石田政義先生よりご説明いただきます。

1. 次世代エネルギーシステムタスクフォースとは

このタスクフォースは2014年から始め、暦で言えばちょうど一回りしたわけですが。簡単に言うとなかなか成果が出ず、悔しい思いをしています。3Eフォーラムとしては2007年から始まっていて、この前は太陽光等の研究もしておりました。目標としては2030年での半減を目指して具体的にいろいろやろうというのが、われわれのミッションです。目的は先ほどから言っているとおりCO₂の削減です。当初は主に水素を使っていこうと考えていましたが、現在は水素に限らず全体で何とかしようということです。メンバーは毎年若干変わりますが、今年度でいえば物材機構、産総研、安藤・間、神戸製鋼所など、オブザーバーも含めていろいろな機関に入っていて精力的に活動しています。

2. 世界に広がる異常気象

この活動に際して私が気にしているのは異常気象です。最近で言うと、能登の豪雨や野菜の価格高騰です。私は今まで生きていてキャベツが1000円などというのは見たこともない値段で、非常にショッキングです。今ちょうど鍋のシーズンですが、白菜その他も含めて非常に高騰しています。酷暑が原因と言われていますが、恐らくこういうことがこれから多く起こってくる可能性が高いわけです。ところが、世間は経済活動を重要視されているため、本当にどうなってしまうのだろうと。

世界的に見ても、例えばアメリカ・ノースカロライナ州では海面上昇によるビーチ浸食が起り、建っていた家が流されるというところまで来ています。また、カルフォルニア州ロサンゼルスでの山火事も、依然として鎮火していません。世界的に大きな影響が出ていることは間違いありません。

3. カーボンニュートラルエネルギーフロー

では、どのようにしてカーボンニュートラルを実現していくか。われわれが使っているエネルギーは、実は再エネと原子力と化石燃料の3種類しかありません。その中で、再エネと原子力はCO₂が出ません。しかし、一番使いやすいのは化石燃料で、今の社会は化石燃料で出来上がっているのです。これをこの先使うのであれば、CO₂を何とかしなくてはいけないということになるわけです。工学的には、エネルギー資源を一次エネルギー、それを転換して得られるエネルギーを二次エネルギーと呼びます。従来は化石燃料を元にして、電気、石油製品、石炭製品、ガス製品が使われていましたが、もうそれらを使っはいけないとなると、水素製品を使うこととなります。水素そのものだけでなく、アンモニアやメチルシクロヘキサンなどいろいろありますが、それを使っていきましょう。また、個人的には熱が重要だと思っています。あとは使うところをいかに圧縮するかという話で、出てくるCO₂を何とか処理しなければいけないという問題が出てきます。しかし、技術的な解はほぼありません。

そこで私はAIに「われわれの未来都市はどうなりますか」と聞いて、絵を描いてもらいました。大体、車が空を飛んでいるとか、高層ビルがたくさん建っているような絵が出てくるのですが、これらは全てエネルギー多消費なのです。AIやロボットなどはみんなそうなのです。人間は、はっきり言ってエネルギーを使うことしか考えていません。そこで都合よく再エネを入れていくなどと言うのですが、都市のようなエネルギー消費率が極めて高いところで、エネルギー出力密度の薄い再エネなど全く役に立たないというのが実態なのです。AIが描く未来都市は、工学的に見ればおよそあり得ないような姿ですが、しかし、人間はそれを目指しているわけです。

4. カーボンニュートラル社会実装

このカーボンニュートラル社会をどう社会実装していくか、タスクフォースでは大きく三つ挙げています。一つはやはり出口戦略が大変重要です。カーボンニュートラル活動は、CSRやSDGsなどを含めていろいろやっているということにはなっていますが、それは本当でしょうか。斎藤幸平先生などは、SDGsは現代のアヘンだと批判しています。

二つ目は、松本副市長からもお話があったとおり、横のつながりが大事だということです。エネルギーというのは人間活動の基本だと思います。空気と水とエネルギーは本当に大事なもので、そういう感覚で考えることがまず必要です。

三つ目が One for All、 All for One への意識改革です。そこで、われわれはホロニズムという概念を提唱しています。本当にこういうことをやろうとすると社会には壁があります。アメリカの政権などもそうですが、経済的にはエネルギーを使った方が勝ちなのです。GDPを上げたければ、エネルギーを使った方がいいのです。しかし、人類の未来を考えると環境保護などが最も大事だということで、グリーンホロニズムを目指して活動しています。詳しい内容はこれからのご講演で拝聴いただければと思います。どうもありがとうございました。

脱炭素化の取組が急速に求められる中、CO₂排出量の約6割を産業部門が占める本県においては、産業におけるカーボンニュートラルの取組を推進し、排出削減と経済成長をともに実現していくことが重要であると考えております。

このため、県では、水素やアンモニアなど新エネルギーの輸入拠点となり得る港湾の存在や大規模製造業・研究機関等の集積という本県のポテンシャルを活かし、産業におけるカーボンニュートラルに向けた取組を官民連携して集中的に進めることで、本県の将来を担う新産業の創出や産業競争力の強化を目指す、「いばらきカーボンニュートラル産業拠点創出プロジェクト」を推進しています。

特に、比較的早期の社会実装が見込まれるアンモニアについては、2023年3月に、「アンモニアサプライチェーン構築・利用ワーキンググループ」を設置し、本県を起点とした広域サプライチェーンの構築を目指しております。

本日は、産業部門における取組を中心に、茨城県のカーボンニュートラルに向けた政策と具体的な取組についてお話します。

（司会） それでは、基調講演に移らせていただきます。茨城県産業戦略部技術振興局科学技術振興課課長の小貫智也様より、「茨城県におけるカーボンニュートラルに向けた政策と具体的な取り組み」と題して、茨城県の現状について講演を賜ります。

1. はじめに

本日は、カーボンニュートラルに向けた国の政策動向から茨城県の状況、その状況に基づいて茨城県がどのような取り組みをしているのかご説明します。県民向け、中小企業向けの事業についてもご紹介して、時間があれば県内の市町村での取り組み事例もご紹介したいと思います。

まず、私ども科学技術振興課は、以前は茨城県庁の企画部の中にあり、当時は科学技術振興という名のとりの事業をしていました。つくば市や東海村などにある研究機関を活用しながら、県内の科学技術を振興していこうというのが主な事業でした。その後2018年に組織改正があり、それまでであった商工労働部から産業戦略部という新しい部ができ、われわれ科学技術振興課も企画部からそちらに移動となりました。そういうこともあり、われわれが進めるもののかじ取りが大きく変わりました。科学技術振興は当然現在もやっていますが、それよりもものづくり企業が豊富な茨城県の中で、県内の科学技術をいかに産業に結びつけていくか。鹿島コンビナートに工場を持つ大企業もあります。そうしたところにいかに先端技術を取り込んでいくかという産業振興に重きを置いて業務を始めていったわけです。そうした流れの中で、われわれがカーボンニュートラルにどう取り組んでいくのかというのが本日のお話です。

2. 国の政策動向

カーボンニュートラルとは、温室効果ガス（GHG）排出を全体としてゼロにすることをいい、

日本の場合、GHGの8割以上がエネルギー起源のCO₂のため、エネルギー分野の取り組みが重要と言えます。そういう中で、グリーントランスフォーメーション(GX)が声高に言われています。産業革命以来の化石エネルギー中心の産業・社会構造をクリーンエネルギー中心のものに転換する。しかも、単純に転換するのではなく、化石燃料への過度な依存から脱却し、危機にも強いエネルギー供給構造の構築が必要ですし、同時に経済成長もしていかなければなりません。日本が元々強みを有するGX関連技術を活用して経済成長を実現し、その流れの中で脱炭素を進める。この三つを絡めて同時に実現するというのが今の国の政策となります。

そうした中で、今年度、第7次エネルギー基本計画の原案が示されています。このうち茨城県の方に関わりの深い部分を中心に抜粋してご説明します。まず、「第6次エネルギー基本計画以降の状況変化」として、中東情勢の緊迫化、DX・GXの進展による電力需要増加が挙げられています。これまでは省エネにより電力使用量は同等ないし減っていくとされてきましたが、今回の第7次エネルギー基本計画では、将来的には増えるという予測が打ち出されています。

これを受けて、「2040年に向けた政策の方向性」では、将来の電力需要増加に見合った電源を確保していくためには、再エネを主力電力としてバランスのとれた電源構成を目指さなければいけないということがうたわれています。徹底した省エネの重要性は普遍であり、電化や非化石転換が今まで以上に重要になります。エネルギー多消費産業については抜本的な製造プロセス転換が必要であり、官民一体で取り組みを進める重要性が「省エネ・非化石転換」のところで言われています。

また「脱炭素化の拡大と系統整備」として、脱炭素電源は投資回収の見込みが立ちにくいことから、大企業でもなかなか手を出せない状況が続いています。そこで、脱炭素電源への投資回収の予見性を高め、事業者の積極的な新規投資を確保していくことが言われています。さらに、電力の安定供給に向けて、再エネは天候不良時や夜間に不安定さが出てしまうため、火力全体で安定供給に必要な発電容量を維持・確保しつつ、トランジションの手段としてLNG火力の確保、水素・アンモニア、CCUS等を活用した火力の脱炭素化を進めていくということです。

水素等(アンモニア、合成メタン、合成燃料等を含む)の次世代エネルギーは非常に幅広い分野での利用が期待されていますが、なかなか技術開発がうまく進んでいません。これをできるだけ早く開発し、先行的な企業の設備投資を促進する必要があると言われています。そうした中で2024年5月に水素社会推進法が成立し、昨年末から「価格差に着目した支援」や、恐らく年度が明けてからになると思いますが、「拠点整備に向けた支援」を国として積極的に行っていくことになっています。CCUSについても積極的に取り組んでいくということで、予算も大きく示されているところです。

この第7次エネルギー基本計画の中で、2040年のエネルギー需給の見通しとして、発電電力量は現状より増える。その中で電力構成としては、再エネを4~5割、原子力は2割程度まで上げる。火力は現状の7割近くから3~4割に減らす。やはり簡単にゼロにすることはできないので、トランジションとしての水素やアンモニアへの転換を進めていっても、やはり3~4割は残さざるを得ないとしています。

この基本計画とはずを合わせる形で「GX2040ビジョン」も今年度改定を予定しており、やはり

昨年末に案が出されています。これは GX に向けた投資の予見可能性を高めるため、長期的な方向性を示してエネルギー安定供給確保、経済成長、脱炭素を実現することを目的としています。具体的には、GX 分野での投資を通じて、脱炭素エネルギーの利用や DX によって高度化された産業構造を示すということです。

2040 年に向け、新たな成長産業として脱炭素電力等のクリーンエネルギーを利用した製品・サービスが付加価値を生む GX 産業が日本経済の牽引役として期待されています。そこで、エネルギー供給に合わせた需要の集積という発想の下、新たな産業用地の整備等々をすすめ、地方創生・経済成長につなげるということを掲げています。これは、脱炭素電源が確保された周辺に産業集積をしていこうという考え方です。これにより、単に石炭火力をやめるのではなく、新エネへの転換をすることで、安定した電気を供給していくということです。

そのためには、成長志向型のカーボンプライシング構想が必要です。排出量取引制度等々をやっていないと、なかなか皆さん取り組んでいただけないので、国の方もこれを積極的に進めていくと言っています。

排出削減に関しては、2030 年 46%削減、2035 年 60%削減、2040 年 73%削減という目標を立てようという議論がなされています。恐らく、このとおりになっていくと見えています。これまでは 2030 年の目標は、電化をしていけば何とかなるだろうと言われていましたが、さらに 60%、73%と削減していくためには、プロセス転換が必要です。単純な電化だけでなく、製造工程から見直しをしていかなければならないということです。それには今から各企業が取り組んでいかなければならないということで、急ぎの対応が迫られています。

3. 茨城県の取り組み

茨城県では、ひたちなか地区や鹿島臨海工業地帯を代表に、臨海部に工業団地が多数整備されています。茨城県の臨海部には、茨城港（日立港区、常陸那珂港区）と鹿島港を中心とした鹿島コンビナートがあり、常陸那珂港区には JERA 常陸那珂火力発電所、鹿島港には鉄鋼や石油化学などの大きなコンビナートが形成されています。また、工業系だけでなく、茨城沖では各種風力発電による再エネ電力拠点や、CO₂ の貯留適地として検討が行われており、非常に高いポテンシャルを持っています。

その中で CO₂ 排出量を見てみると、全国では産業系が 34%であるのに対し、茨城県は 63%が産業からの排出です。特に港湾部の非常に大きな工業系設備が排出する CO₂ が非常に多いのが現状です。6 割を占める産業系の中のうち 8 割は鹿島、神栖、日立、東海、ひたちなか、大洗という臨海地区からの排出であり、これを何とかしないと茨城県の脱炭素政策は成り立ちません。

カーボンニュートラルへの対応は必須であり、国側も叫んでいます。そのために経済成長をなくしてしまってはいけません。われわれ科学技術振興課としては、産業振興という観点から見たときに、このカーボンニュートラル対応をチャンスと捉え、新たな産業を立ち上げられないかと考えて 2021 年から「いばらきカーボンニュートラル産業拠点創出プロジェクト」として進めています。この中では、機運醸成、体制構築、支援充実を三本柱として、カーボンニュートラルな燃料である水素やアンモニアの活用や企業とのパートナーシップづくりに取り組んでいるところ

です。

例えば、常陸那珂火力発電所は石炭火力で CO₂ 排出量が非常に多いため、それをアンモニアに転換する。あるいは、鹿島港は石油化学系コンビナートなので、原料としての水素の利用が非常に期待されます。そこで、アンモニアと水素をそれぞれ輸入して、サプライチェーンとして確保できないかということを考えています。特にアンモニアは技術的にも水素よりも先に動いていたこともあり、まずはアンモニアで取り組もうというのがアンモニアサプライチェーン構築へのチャレンジです。常陸那珂エリア、鹿島エリアでそれぞれ受け入れをして利用しつつ、それを内陸に運んでいくということができないかということで事業を始めました。

これを実現するため、ワーキンググループを開設しています。2023年6月から現在まで4回集まっていたいただき、アンモニアサプライチェーンを実装するためにどういうことができるか、企業等の方々とお話しさせていただいております。参加企業は主に茨城県内の企業16社で、民間オペレーターとして栃木・群馬をはじめとする県外企業にも声をかけて北関東で大きなサプライチェーンを構築できないか議論しています。実際に利用する企業だけではなく、供給やコンビナート内の設備関係の企業にも入っていただいております。

このワーキンググループを通じて協議を進めてきた結果、2024年5月に企業5社と本県とで共同申請したFS事業が国の補助金に採択されました。実施者は、JERA、日本製鉄、AGC、鹿島南共同発電、東京電力エナジーパートナー、それと茨城県です。事業名は「常陸那珂を起点とした北関東広域アンモニア／水素サプライチェーン整備に関する調査事業」ということで、本来であればこの内容をここでお話しできれば興味を持っていただけたと思うのですが、非常に機微な内容を扱っており、内容を絶対に外部に漏らさないということになっているので、こういう事業をやっているというご紹介にとどめさせていただきます。

国からも補助が出ていますが、茨城県からも「実行可能性調査費補助金」を出しています。補助対象事業は設備の燃料転換、製鉄用設備の低酸素化回収、またはCCUS実現のための事業で、上限金額は1事業当たり1500万円、補助率3分の2以内とし、今年度3件やっています。一つは今お話ししたアンモニア関係、もう一つは鹿島地区の水素事業の実施可能性調査で、これは昨年度から続けており、今年度2回目になります。三つ目は鹿島コンビナートのCCUS実現に向けた調査です。

それから、鹿島臨海工業地帯の主要企業である三菱ケミカルと戦略的パートナーシップ協定を結び、ケミカルリサイクルによるプラスチックの資源循環を進めています。また、港湾自体の脱炭素化に向け、全国初となる港湾脱炭素化計画を茨城港・鹿島港で策定しました。

これらを通じて「いばらきカーボンニュートラル産業拠点」をモデル構築から社会実装まで進めるということで、われわれだけでなく県庁内の土木部や政策企画部などと協力して、横串を通して取り組んでいます。

ここまでは結構大きな産業振興という面でのお話をさせていただきましたが、それ以外にも県民・中小企業向けの支援を行っていますので、最後に簡単にご紹介します。まずは脱炭素とはどんなものなのかを知っていただくためのセミナーや普及啓発制度を持っています。さらに、家庭・企業で自らの排出量を測る診断事業に加えて、それを減らしていくための補助事業、企業向けに

は融資も行っています。

県内の優良事例として、日立市では中小企業脱炭素経営促進コンソーシアムをつくり、各企業や銀行に入らせていただいています。その中で、脱炭素経営支援システムということで、CO₂の排出量を測定し、そこからどう削減していくかという相談を受け、実際に削減する際の補助を出していると聞いています。この中では、日立製作所の EcoAssist を活用して、日立製作所と日立市との共創プロジェクトとしてグリーン産業を進めています。

以上です。ご清聴ありがとうございました。

(司会) 小貫様、ありがとうございます。あまり時間はないのですが、会場からもしご質問があれば1題ぐらい受けたいと思います。

(フロア) ありがとうございました。2050年の国際エネルギー機関(IEA)の見通しでは、水素はエネルギー源として2%程度が見込まれていますが、アンモニアはゼロというような状況です。世界の中で日本以外にアンモニアに期待を持って施策をつくっている国はあるのか、また、茨城県はこのアンモニアでもってどれだけ脱炭素に寄与すると考えているのか、その2点を教えてください。

(小貫) アンモニアといったときに、アンモニアをそのまま使うのか、それともアンモニアは水素のキャリアなのかという考え方があります。最終的な利用は水素になるというのはおっしゃるとおりですが、水素を遠くに運ぶときには、現状では液体水素で運ぶのは非常に難しく、アンモニアやMCHをキャリアとして運ぶのがいいだろうと言われています。その中でも現在の技術ではアンモニアの方がまだ扱いやすいということで、出典ははっきり覚えていませんが、ヨーロッパのある研究機関が、アンモニアと水素の経済的なメリットを報告しており、それによると近くで使う場合には水素そのものの方がいいのですが、遠くに運ぶとなるとアンモニアの方が、たとえすぐ転換してまた戻したとしても有利だということでした。MCHと比べても、実はMCHはトルエンにくっつけるので、トルエンをもう一回運んでこなければならぬので、距離が長くなればなるほどアンモニアが有利になります。従って、利用するのがアンモニアなのか水素なのかという対決よりも、どう運ぶのかを考えるべきで、その意味ではアンモニアが将来全く使われないというわけでないと思っています。

茨城県ではどうかということに関しては、企業側は全くコミットはしていませんが、石炭火力のアンモニア転換は日本の中でもかなり言われています。そういった中で、茨城県は石炭火力発電が多く、石炭の利用量が非常に多いです。それをアンモニアに転換できると考えれば、それは脱炭素。カーボンニュートラルに資する大きな内容なのかなと思っています。

(司会) 小貫様、ありがとうございました。もう一度拍手をお願いいたします。

気候変動対策が叫ばれる中で、つくば3Eフォーラム「次世代エネルギーシステムタスクフォース」では、脱炭素・地産地消・自立/自律で災害にも強い区域のエネルギーシステム（マイクログリッド）を具現化する「グリーンホロニズム構想」を策定しました。

この構想は、1974年のサンシャイン計画から続けられてきた再生可能エネルギー（太陽光、風力、地熱など）や水素エネルギー利用など、既にも実証研究が終了した多くの要素技術をシステムとして連携させる自立/自律型エネルギーシステムを創り出すというものです。他の区域とも調和をはかりながら、電力が不足する時には水素発電などで補い、余った時には蓄電池と水素製造を連動させて蓄エネするなど、再生可能エネルギーを余すことなく利用する新しいエネルギーシステムです。生活スタイルも含めてそれらがきちんと成立することを確認するグリーンホロニズムタウン・プラットフォームを構築し、速やかに世界展開することを目指しています。

（司会）次に、一般財団法人日本自動車研究所環境研究部 LCA シニアエキスパート、三石洋之様から発表いただきます。三石様は日本大学大学院理工学研究科博士前期課程を修了された後、1991年より日本自動車研究所にご勤務されており、主に自動車の安全研究に従事されてきました。近年では2030年、2050年の温室効果ガス排出削減目標達成に向けて、カーボンニュートラルかつ、より安心して生活できる環境ならびに移動手段に関する研究に取り組んでいらっしゃいます。本日は自動車から少し離れて、つくば3Eフォーラム次世代エネルギーシステムタスクフォース委員として、「脱炭素プラットフォームモデルタウン構築のための基本的な考え方」と題して、脱炭素で災害にも強いまちについてご提案いただきます。

1. はじめに

次世代エネルギーシステムタスクフォースは、2014年8月に第1回の会議を開催しています。その4カ月後にトヨタ自動車が燃料電池自動車 MIRAI を世の中に出しました。これはリース販売ではなく売り切るタイプの車です。現在、売り切り型ではもう1社、韓国のヒョンデから1車種出ていたかと思えます。そのMIRAIが出た1カ月後、ちょうど10年前の今日。2015年1月25日に第8回の会議でその状況をご説明し、さらに実際にトヨタ自動車と日産自動車にご協力いただいて、皆さまに乗っていただくというようなこともしました。それが10年前の話です。10年前から今までどういうふうな社会的な変化があったのかは、皆さまお感じのとおりです。

2. 背景

2-1. GHG 排出量等

本日は、グリーンホロニズム構想とそのプラットフォームについてご説明します。まず世界のGHG排出状況を見ると、中国が一番多く出していて、次いでアメリカ、インド、ロシア、そして日本となっています。大事なのは、第4位までで世界の半分以上を排出しているということです。

ですから、日本だけがいくら頑張っても駄目で、世界が一丸となってやらなければいけない問題であるということです。

国連の活動としては、最初に議定書を作ったのが COP3 の京都会議です。この京都議定書では、2008～2012 年で、先進国全体で少なくとも 5% の排出削減を目指すということになりました。その次が、COP21（パリ会議）の議定書で、2013 年を基準年として、今世紀末に 2℃ の温度上昇に抑え、さらに 1.5℃ に抑えるような努力をして、5 年ごとに各国が目標値を出すことになっています。

では、日本の GHG 排出量はどうなっているか、現在の状況を一つにまとめて描いたのがスライド 4 です。縦軸が GHG 排出量、横軸が年度です。京都議定書での目標が黒のラインですが、実際はそれより少し上回っています。青のラインはパリ議定書の削減ラインです。日本は現在、2030 年に 46% 削減、2050 年にはカーボンニュートラルにする、つまり GHG 排出量ゼロにするという目標を掲げています。大事なのは、今のエネルギーは化石燃料によるものです。従って、化石燃料の利用を減らせるかどうかが問題です。これでもって CO₂ を減らして温暖化に対抗するということの他に、企業の方々にはもっと深刻な問題が待っています。要は、化石燃料はいずれ枯渇します。そのときに、これをちゃんとやっていないと使えるエネルギーがなくなってしまうのです。そうすると企業は潰れてしまいます。また、化石燃料はプラスチックや化学繊維の原料としても使われています。ですから、最初に来るのは確かに温暖化の問題ですが、その先の企業存続の問題も含めて一刻も早く CO₂ の排出を減らす、化石燃料の使用を減らす必要に迫られているのです。

つくば 3 E フォーラムは 2007 年に発足しました。そのときに、つくば市の 2030 年の CO₂ 排出量を 50% にしましょうと言っていました。それを日本にあてはめると、オレンジ色のラインになります。赤いラインは何かというと、昨年度発表された IPCC の報告書によると、ここまで減らさなければ駄目だというラインです。つくば 3 E フォーラムでは最初からこれを見込んで、こちらを目指していたという形になります。偶然なのか、それとも計算した結果こうなっていたのか分かりませんが、これだけ素晴らしい予測をする先生方がいらっしやっただなと思って、われわれ工学技術者にできることは、こうなるものを考えていくことしかないのだと思いました。

日本では、家庭部門からの排出を 2030 年に 66% 減らすことを目標としています。マイカーは別の部門です。家庭のエネルギー消費は、電気が半分、化石燃料（一次エネルギー）を熱にするのが半分となっています。2030 年に 60% 削減するということは、家庭は電気や石油を買うしかないのです。ではそのどちらかを使うのをやめるしかないという状態にならないようにしなければいけない。つまり、一刻も早くきちんとした CO₂ 削減ができる状態をつくり出す必要があります。

家庭での電力消費と太陽光発電の関係を見てみると、例えば二人世帯で一人が昼間在宅しているという家庭では、まず朝起きて出勤・登校までの間にエネルギーが使われます。そして、帰って来るとお風呂に入ったりするのでまたエネルギーを使う。一方太陽光発電は太陽が出ている昼間に最大量になるので、昼間に余剰が出るのです。それを夜に回すためには溜めなければいけません。

3. グリーンホロニズム構想

いよいよグリーンホロニズム構想をご説明します。グリーンホロニズム構想とは、脱炭素、地

産地消、エネルギー自立/自律で、災害にも強いエネルギーシステムを具備したまちということです。これは将来にもつなげていく構想であり、うまくできれば、つくばだけでなく、日本だけでなく、先進国、途上国、全てに使えるものになっていくと考えています。

豊かな生活と地球環境の調和ということで、科学技術イノベーションは人間中心の社会を目指し、大量の電力が必要になる社会に向かうものです。一方で地球温暖化対策は、地球環境の改善を目指すため、再エネ主体の省電力社会に向かいます。この両方を組み合わせようとする、社会システム変革を含めた大胆な対応が必要になるので、全体調和をして、皆で協力し合ってなんとかうまくやっっていこうというのがグリーンホロニズム構想です。

その基本思想は、まずカーボンニュートラルのみです。地産地消が基本で、他地域との融通はゼロサム条件で可能です。結果的にはお互いにやりとりをして、一方的にエネルギーが足りないからどんどんよこせというのではなく、足りないときには協力し、足りなくなったらまたもらうという調整はします。エネルギー消費は実際には供給可能量以下に制限するというのに、実際にはなっていない。それをどれだけうまく制御できるかというのが技術の見せどころです。

カーボンニュートラルや地産地消に関する要素技術は、1974年のサンシャイン計画から現在に至るまでにたくさん作られ、実証試験も終わっています。しかし、それらをシステム化することができていないので、それをやっっていこうということです。前提条件としては、各要素技術の性能向上に各社がホロニズム・タウン初号機を活用するように、一番最初のプラットフォームを作っていくことになるわけです。

スライド12は、2011年に描いていた絵です。10年前のフォーラム会議でもご説明しました。このときは、FCVを走らせたいということもあって、FCVのための水素ステーションがあって、その水素ステーションで必要とする水素をまちでも使えるのだという説明をしていました。ただ、水素ステーションを自立運営するには2000台くらいの固定客が必要なのです。今、そんな状態には当然なっていません。また、マイクログリッドと系統を接続する部分がきちんと描けていませんでした。

そこで、スライド13が新しく作り上げたグリーンホロニズム・タウンのインフラ網のイメージです。ホロニズム・エネルギー・ステーションがエネルギーの核となり、そこに各家庭がつながり、その中でエネルギーを調整していきます。発電したものをこの中で全部使い切ります。要するに、系統との接続が何らかの災害で切れてしまっても、この中でエネルギー自立できるようにする。この中には当然水素エネルギーも使えますから、それはエネルギー調整のために使う水素エネルギーですから、水素ステーションにも使えます。そうすると、先ほどの絵ではFCVを持っている人にしか役に立たなかったものが、市民全員が利用できるものになっています。これが大事なのです。もう一つ大事なのが直流です。太陽光発電は直流ですし、燃料電池なども直流です。ですからこの中は直流です。

既存技術の状況としては、要素技術はもう揃っている、全体のシステム化が必要です。それができれば、グリーンホロニズム構想は成立します。しかも、近傍のところともちゃんと連携をしていきます。水素というのは持ち運びをすると非常に効率が悪いのです。電気で行って、その場で電気分解して水素を作ればいいのです。ですから、エネルギー自立できる状況にあっては、

電気で回して行って、まとめて水素にしてやるという協調運転をします。これをフルオプションと呼んでいます。

このフルオプションは、今の電力供給網と同じような 100 軒くらいで、その他に水素を作るところまではしないというベーシックオプションのものを 100 軒くらい。この辺は自動で調整し合えなければいけないということで、AI が非常に大事になってきます。これを 100 軒×100 カ所で 1 万軒くらいの家がエネルギー管理される。つくば市は約 11 万世帯あるので、10 個くらいこれができるしていきます。要するに水素ステーションが 10 基まちにできて、それが全部の市民の役に立つものになっているという構造になります。

当然こういったものを作るために規制がまだ対応していませんから、規制の見直しが必要になっていますし、当然認証制度も作っていかないといけないと思っています。

4. グリーンホロニズムタウン・プラットフォーム

そのために何が必要か、最初にシステムを作るということを申しましたが、そのためのプラットフォームがどうしても一つは必要になります。まず、プラットフォームを一つ作ります。最初はとてもお金がかかるのですが、それがうまくいったら速やかに世界展開できる状態になってきますから、要はエネルギーステーションを中心にして世界展開をしていきます。さらには長期にわたって普及していかなければいけません。そのために人を育てたりすることにも、長期にわたって活用することができます。

このプラットフォームは、エネルギーステーションと住宅を幾つか構えた一つの町のモデルの中で、きちんと制御ができるようにする。制御というのはハードウェアの制御だけでなく各家庭の状態まで含めて自動で全てやってくれなければならないので、やはり AI の機能も必要になってきます。要は GX だけでなく、DX だけでなく、Society 5.0 の技術を全部組み込むものになっています。

5. まとめ

次世代エネルギーシステムタスクフォースは、グリーンホロニズム構想を策定しました。この構想は、多くの要素技術を連携させてシステム化し、将来にもつながるシステムを目指したものです。初めてのシステム化で課題となるのは、家庭で必要なのは水素ではなくて電気ですから、電気をちゃんと使うためにシステムを使うということで、マイクログリッドがきちんと稼働できるようにする必要があります。それを試すためのプラットフォームが一つ必要で、その構築を目指しているところです。

かなり駆け足で、たどたどしい説明でしたが、スライドはホームページにアップしていただきますので、また見ていただければと思います。最後のスライド 21 は、筑波大学出身のイラストレーターの方に、未来のこの町を夢見て描いていただきました。どうもありがとうございました。

(司会) 三石様、ありがとうございました。会場から質問がありましたら、1 題くらい受ける時間がありますので、どなたかございますか。よろしいでしょうか。三石先生にはこの後の総合討

論にもご登壇いただきますので、何かありましたらその際にでも言っていただければと思いますし、先ほど三石様からおっしゃっていただいたとおり、この会が終わってから、3Eフォーラムのホームページに掲載可能なPDFに関しては掲載する予定ですので、後ほどダウンロード等で今回の三石様のファイルを改めてご確認いただければと思います。それでは、改めまして三石様に拍手をお願いいたします。ありがとうございました。

グリーンホロニズム構想における“まち”と“モビリティ”は、太陽光や風力など再生可能エネルギーにより生成した電力と水素を主体的に利用する。利用可能なエネルギーが季節や天候によって変動することから、行動様式を変容させて需給バランスをとる必要が生じる。例えば、曇天や無風状態が続いた場合、普段利用しているバッテリー電気自動車や燃料電池自動車はエネルギー源として“まち”に接続し、それらの代替移動手段を利用することも想定される。代替移動手段には徹底した省エネ化が求められるため、従来の乗用車に比べて大幅に小型・軽量のヒューマンスケールのモビリティが有効である。さらには、今後多くの国々で高齢化社会が進行することから、運転免許証を返納した高齢者の移動容易性の確保も重要である。そこで、自転車の枠内に収まる太陽光パネル付き電動アシストリカンベントのコンセプトを高速型と低速型の2種類検討し、その性能を予測した。結果、当該コンセプト車両は、実用上十分な航続距離が得られ、カーボンニュートラル実現に大きく寄与できることが分かった。

（司会）では、次の講演に移ります。一般財団法人日本自動車研究所環境研究部電動技術グループ、シニアエキスパート、森田賢治様から発表いただきます。森田様は1983年より三石様と同じ日本自動車研究所にて勤務されており、自動車におけるエネルギーシステムの研究を行う傍ら、1993年にトヨタ工業大学機械システム工学科を卒業されました。その後も同研究所にて研究を進められ、2023年には筑波大学理工情報生命学術院システム情報工学研究群構造エネルギー工学学位プログラムに入学され、2024年に博士を取得されています。現在は分野を限定することなく、カーボンニュートラル、そして地球温暖化防止に貢献できる研究に取り組まれております。

本日は、「グリーンホロニズムを創生する“まち”と“モビリティ”」と題しまして、再生可能エネルギーによる生成した電力と水素を主体的に利用したまちでの生活を実現させる行動様式やモビリティのコンセプトについてご提案いただきます。

1. 背景と目的

自動車は化石燃料の大量消費を通じて、大気汚染、エネルギー枯渇、地球温暖化という三つの問題を誘発してきました。これらは、即効性のある問題だというのが従来の認識でした。しかし最近、実は地球温暖化というのは、いつの間にか進行していて、気が付いたらとんでもない問題になっているというのではないかと考えています。CO₂は目に見えず、においもしないので、特に問題ないと思って垂れ流してしまっているのが現状かと思います。このままでは生活できなくなってしまうので、何とか下げていこうという活動をしているのがこのタスクフォースです。

では、どうやってカーボンニュートラルを実現していくかということなのですが、自動車に関してはちまたで言われているとおり、電気自動車（EV）とグリーン電力を使う、あるいは燃料電池自動車（FCV）とグリーン水素、すなわち再エネ由来のエネルギーを使うということが一つの解です。民生の方もやはりグリーン電力とそのバッファとしてグリーン水素を使っていくということで、その共通利用を実証する実験街区（プラットフォーム）を作っていきたいと思いますというのが

タスクフォースの活動となっております。これをグリーンホロニズム・タウンと名付け、人々の暮らしと地球環境が調和することを目指した検討を進めています。要は太陽光や風力を中心とした再エネの町をつくっていかうというイメージです。

2. グリーンホロニズム・タウンのコンセプト

グリーンホロニズム・タウンには、三つの基本理念があります。一つはカーボンニュートラルの達成で、そのためにはいつまでも要素技術の開発ばかりやっているのではなく、既存技術をシステム化して早く使っていくことが重要です。二つ目はエネルギー需給のバランスで、大枠をバランスさせる。地産地消が基本となりますが、他地域との融通はトータルでゼロになることを条件に OK とします。三つ目が行動様式の変容で、生活、働き方、移動の様式を柔軟に変容させるということです。

スライド 8 は、グリーンホロニズム・タウンのグランドデザインです。複雑過ぎて何が何だか分からないというのが正直な感想かと思いますが、要は町ですので、どうしても太陽光パネルがエネルギーの中心となります。そのバッファとして水素を使う。再エネのエネルギーシステムをコントロールするのがエネルギーステーションです。これは水素ステーションとしても機能しますので、FCV の普及にも寄与できるものになります。

再エネは直流ですので、ネットワークも直流が非常に効率が高くなります。他地域との連携は、やはり既存の交流の電力も使っていきます。さらには、どうしても再エネが不足してしまうときがあるので、そのときには FCV や EV のエネルギーを町の電力として使っていくこととなります。

3. 行動様式の変容（案）

では、どのような行動様式の変容が求められるかということです。これはあくまで一例で、これが正解というわけではありませんが、参考までにご紹介させていただきます。例えば、コンセントの運用レベルを 2 段階に分けます。白のコンセントは供給電力が不足したときは切れてしまう。ゴールドのコンセントは供給電力が不足しても切れないので、エネルギーモニターや冷蔵庫、一部の電灯、それからヘルス機器などに使用します。

供給電力量は、エネルギーモニターで緑、黄色、赤で示されますが、供給電力が減って黄色になった場合、白のコンセントは使用制限が生じ、さらに赤になると完全に消えてしまいます。当然、赤にはしたくないので、早寝早起きが基本になりますが、どうしても冬季は消費エネルギーが増えて赤が点灯しやすくなります。そこで、例えば公民館に集合して全員参加の催しなどで暖を取りつつ親睦を深めるとか、最低でも年に 1 回は訓練で集合して防災グッズの点検・入れ替えなどをしたらいいのではないかと考えているところです。当初、この省エネ生活を「楽しく我慢」としていたのですが、やはり我慢は良くないということで、急遽、昨日の夜に「愉しく満喫」に書き換えました。このくらいの気構えでやるといいのではないかと考えています。例えば夜の生活でも、今までは各自自分の部屋で好き勝手に過ごしていましたが、一つの部屋でエネルギーを節約しながら生活するというのも念頭に置く必要があるだろうと思います。

続いて働き方です。日の出・日の入り時間と昼の長さには季節変化がありますが、冬季は昼が

10 時間弱ですが、夏季には約 14.5 時間と、4.5 時間の差があります。ということは、仮に太陽光パネル主体でエネルギーを供給する場合、働く時間も冬と夏で変えればいいのではないかとということです。例えば冬は 6 時間、夏は 9 時間働く。元々動物は冬季になると活動がにぶりますので、このようなことも考えてもいいのではないかと考えています。

三つ目に移動です。ホロニズム・タウンにおいては、需要に供給を合わせるのではなくて、再エネですと供給はもう決まっているので、供給の方に需要を合わせる必要が出てきます。例えば公共交通機関はエネルギーを持っているので、これを町の電力として使う可能性が生じます。では、その場合の移動手段をどうするかと考えたときに、ホロニズムモビリティとわれわれは呼んでいますが、ヒューマンスケールのモビリティの活用がいいのではないかと考えています。

4. ホロニズムモビリティ

では、そのモビリティについて、もう少し詳しくご説明します。まず、既存の EV の問題として、今、航続距離を延ばそうと各メーカーが躍起になっていますが、延ばせば延ばすほどコストは上がり、重量も増えてしまいます。既存の EV はバッテリーが切れたらどうにもならないただの重い物体になってしまいますし、バッテリーコストが高く、劣化の問題もあります。また、新型と旧型のバッテリー性能差が非常に大きいために、旧型の中古車価格はもう悲惨なほどに下落しています。こうしたことで、なかなか普通の人は EV を買えない状況になっています。

もう一つ EV の問題として、輸送効率の低さが挙げられます。乗用車の乗車人員は年を追うごとに減少傾向で、令和 3 年時点では 1.3 人しか乗っていません。例えば人の体重を 60kg、乗用車を 1200kg とすると、20 倍の違いがあるわけです。細かい説明は割愛しますが、重量イコール走行時の消費エネルギーと考えてもいいです。そうすると既存の内燃機関自動車というのは人の輸送効率として 1%しかありません。99%のエネルギーを捨てています。EV は 2%です。これは内燃機関自動車に比べて 2 倍も効率が低いということもできますが、絶対値で見たら 98%のエネルギーを無駄に捨てているということで、車に一人で乗るといのはとんでもなく非効率な行為になるわけです。そこで小型・軽量な一人乗り、あるいは二人乗りのモビリティがエシカルな選択であろうと考える次第です。

効率の良い移動手段としてどういう要件が求められるかということなのですが、まずは高効率であるということと、高齢化社会にあっては日ごろから適度な運動が必要です。そして、ある年齢に達したら運転免許を返納する必要があるので、できれば免許なしで乗れるものもいい。そうすると自転車が一つの選択肢になり、これは他の交通手段と比べても圧倒的にエネルギー消費量が小さいのです。ただし自転車には、全天候性が低い、登坂力が低い、そして転倒の危険性があるという課題もあります。

そこで、EV と自転車を融合させるとお互いの短所を補い合って、いいモビリティができるのではないかと考えました。具体的には太陽光パネル付きの電動アシストリカンベント（寝そべて乗る車両）がいいのではないかと考えています。これは超高効率、超省資源、充電インフラ不要、健康増進、普通免許も不要と、まさにいいことづくめのモビリティです。万が一バッテリーが切れても軽いので最低限の移動は可能です。また、駆動と制動の操作を完全に分離しているため、

高齢者で問題になっている誤発進による事故も起きることがないと言えます。

想定したものは二つあり、まずは高速型・長距離移動可能なモビリティという、車好きの方でも満足できるタイプです (Type A)。もう一つは、免許を返納するような高齢者でも乗れるような、低速型・街中近距離用のものを考えています (Type B)。現在は、距離が短くても速度が遅くても、大きな車で移動していますが、少なくとも短距離・低速移動はこういうモビリティに変えていくのがいいのではないかと考えています。

特につくばではどうしても車が優先的な移動手段になっていますが、街において車は最も優先順位が低いのです。歩行者や先ほど提案したようなモビリティがその次に来るということで、街中をこういうモビリティが使いやすいように今後変えていかななくてはなりません。

今回の提案で、どのくらいの省エネ性能が得られるか試算を行ったところ、たった 100W の PV を備えただけですが、それでもエネルギーが余るくらい省エネ性能が高いことが分かりました。また、どうしても自分でこげない場合もあるので、バッテリーのみでも Type A は 50km、Type B では 100km ほど走行可能ということで、十分な航続距離が得られるという結果でした。

5. まとめ

われわれは、グリーンホロニズム・タウンのコンセプトを立案しました。ここで暮らす方々には、劇的な行動変容、すなわちパラダイムシフトが求められます。具体的には自然と協調した行動変容が重要です。移動の一手段としてホロニズムモビリティの性能を予測したところ、実用可能な十分な航続距離を示すことができました。これは実は海外の方が進んでいるのですが、国内でも検討していきたいと考えています。日本という国には、古代より自然との共生を図ってきた智慧と伝統があるわけです。その日本からグリーンホロニズム構想を世界にぜひ広めていきたいと考えている次第です。ご清聴どうもありがとうございました。

(司会) 森田さん、ありがとうございました。少し時間もありますので、会場の方から何かご質問がありましたら 1 題は受けられると思いますが、どなたかございますでしょうか。

(フロア) 大変興味深いお話をありがとうございました。最後に出てきた乗り物が非常に興味深く、国外では少し進んでいるというお話だったのですが、そういう性能を持ったものが実現されている、あるいは市販されている例はあるのでしょうか。

(森田) はい。既に市販されている例はたくさんあります。実は、これはそう新しいコンセプトでも何でもなくて、40 年ほど前からあるのです。私も 20 年前に会社でこういうのをやったらどうかと提案したのですが、「ばかたれ」と言われて終わってしまって、20 年間塩漬けにしていたのですが、石田先生にご説明差し上げたところ、「いいじゃないか」とご賛同いただき、やっと 20 年振りに日の目を見たというのがこのコンセプトです。

ここにあるのは既に市販されている車両でして、例えばドイツでは 100 万円くらいで売っております。太陽光パネルは付いていませんが、バッテリーでアシストしながら走るということで、

こういうモビリティばかりやっていると自動車メーカーは売上が上がったりで経済活動はどのようなのだという意見もあるかもしれませんが、経済優先だけではなくて、先ほど言った99%無駄にエネルギーを捨てている生活をしていたら、とてもカーボンニュートラルなど実現できないので、価値観を変えていかないといけないと思っている次第です。

(司会) 森田様、どうもありがとうございました。改めて拍手をお願いいたします。ここで休憩の時間とさせていただきますと思います。

日本政府の「2050年カーボンニュートラル宣言」を受けて、つくば3Eフォーラム「次世代エネルギーシステムタスクフォース」では2021年4月に、2030年に向けた新たな街のコンセプト“つくばグリーンホロニズム・タウン”を提言した。このコンセプトは以下の3つの基本方針から成る。

- 地域の再生可能エネルギーや未利用エネルギーを用いてカーボンニュートラルを達成する
- 地域単位でエネルギーの需要と供給をバランスさせる（地産地消）
- 地域の居住者はエネルギー需給予測に合わせて生活・仕事・移動の様式を変容させる

事例発表では、2030年の茨城県の地域コミュニティ（住宅地域）において、このコンセプトを実現するための学術的な側面について述べる。特に、再生可能エネルギーとして太陽光発電を主力のエネルギー源とする場合、その地域コミュニティが「どの程度まで地産地消できるか」「居住者にどのような行動変容が求められるか」「どこまでカーボンニュートラルに迫ることができるか」について定量的な見通しを示し、需要を抑制するための具体的な生活行動を提案する。

（司会）お時間になりましたので再開させていただきます。次は、エネルギー・生活科学研究所 所長、杉本一郎様から発表いただきます。杉本様は、2012年に筑波大学大学院システム情報工学研究科構造エネルギー専攻を修了し、博士を取得された後、2014年に株式会社エネルギー・生活科学研究を設立され、エネルギーシステムおよび生活行動科学に関する研究受託事業やコンサルティング事業を行われています。

本日は、「太陽光発電を主体とするエネルギー需給システムの検討～茨城県を事例に～」と題して、つくばグリーンホロニズム・タウンを2030年の茨城県地域コミュニティにおいてどうすれば実現できるか、具体的なシステムと生活行動についてご提案いただきます。

（杉本）本発表には2017年から筑波大学の石田研究室の学生さんたちと一緒に研究してきた内容が含まれているため、連名という形にさせていただきました。

1. グリーンホロニズム・タウンの学術研究

グリーンホロニズム・タウンの基本方針については、先ほど森田様より詳しく解説がございましたので、割愛します。ただ重要なことは、具体的に自治体として「茨城県を考えよう」、地域コミュニティを「つくば市につくろう」ということなのですが、よく国の実証試験では、全ての資源をつくば市に集めてカーボンニュートラルができました、というようなことをするのですが、それは全く無意味なのです。つくば市でできたら土浦、水戸や日立でもできなければいけないのです。実証試験ではなく、「実装していく」というところに意味があるわけです。

われわれは数多くの学術発表をしてきましたが、国内のある学会で発表したタイムラインをお示しします。まず2020年10月、当時の菅首相がカーボンニュートラル宣言をし、それに基づい

てわれわれは、「2030年50%削減どころか2030年にカーボンニュートラルを実現しよう」ということでスタートしました。そして、つくばグリーンホロニズム・タウンのコンセプトをつくり、第1期については森田様から発表していただき、具体的にその学術的に何が課題なのか、予備的な需給見通しということで、学術課題を抽出しました。その後、具体的にエネルギー需給バランス機構として、エネルギーのバランスをどう取るかということの研究しました。また2022年2月にロシアのウクライナ侵攻が起り、カーボンニュートラルだけでなくエネルギー安全保障も重要であり、その二つを両立しなければいけないという命題が起こってきました。ただ、これはすごく難しい話なのです。

とりあえずわれわれは「2019年の需要データ」として、統計データを基に日々や時々刻々のデータを作る作業を行いました。今までのエネルギーシステムは、需要は変動するものとして、そこに供給を合わせようとしていました。ところが再エネによって地産地消をするとなると、供給の方が動くわけですから、需要から合わせていかなければいけない。果たして合うのかという問題があります。

2. 変動性再生可能エネルギーに係る基本的な課題

太陽光発電を主力エネルギーとした場合の需給ギャップを季節ごとに見てみると、春には非常に発電量が高いですが、冬は全然なくて、かつ需要が大きい。ですから、決定的にエネルギー供給が足りないという認識は持たなければいけません。そういう中で太陽光発電を過半まで導入していこうと考えているわけです。

もう一つ問題があります。変動性再エネにおいては、ドイツ語で“Dunkelflaute”、日本語で“暗い風”と呼ばれるものです。要するに日照もなく風で風力も発生しないということが、実際に起こっています。先月もドイツで起こりました。ドイツはもう一次エネルギー供給の51%が再エネで、その中で電力の卸取引価格が10倍に跳ね上がるということが現実に起こっています。変動性再エネを大量に導入していくと、こういう現象は必ず起こるわけです。そこをどう対処していくかということです。まだヨーロッパの場合、メッシュのグリッドでつながっているから他国から購入できるのですが、日本の場合はつながっていないので、高いお金を払っても買えないということも起こり得ます。

では、需給のバランスをどうやって取っていくのか。皆さん、2011年の3.11の後、3月・4月に東京電力管内で計画停電が実施されたことを覚えているかと思います。例えばそのミニチュア版を考えましょう。一つのコミュニティが100軒だったら10軒ずつのブロックにして、そのブロックごとに計画停電を切り替えていくという形で需要を抑えられないか、という考え方もあります。

「2019年のエネルギー需要」の制作はどうだったかということ、電力需要は容易に算定できますが、加えて燃料需要（灯油・LPG・都市ガス）があり、1~2月にピーク、6~7月にボトムがあるわけです。関東以南から九州の北半分までは、大体このような形の需要になります。また太陽光の発電量も大体同じような形になります。ただし、緯度によって日射時間が異なりますから、量は当然変わってきます。

もう一つ大事なことは「一日のプロファイル」です。例えば2019年1月25日と1月27日では、

電力需要と燃料需要のプロファイルがかなり違います。なぜかという、25日は平日、27日は休日で昼間に在宅しているからです。人がいるとエネルギー需要は高くなりますから、不在か在宅かによってプロファイルが大きく変わることも考えていかなければいけません。

3. 太陽光発電を主体とするエネルギー需給システムの構成

このように需要データを作ったので、いよいよエネルギーシステムを設計します。

シンプルなエネルギーシステムを作っていきたいと考え、われわれはまず「平年値という概念」に着目いたしました。スライド10は、つくば市の日射量の平年値と変動区分です。よく気象予報士が「平年並み」「平年値」と言っているのを聞いたことがあると思いますが、白い部分はその平年並みの区間です。日射量は5月の後半くらいがピークで、12月がボトムになっています。

日射量と気温が分かれば、太陽光発電（PV）の発電量が推定できます。容量100kWの場合であれば、平年値のカーブは大体日射量と似てくるので、PVによる供給は大体こういう形になると推定できます。普通、国の実証試験には1~2年かかります。エネルギー需要がどれくらいかというのをモニターするのですが、われわれはもう実装するわけです。各地域を個別にモニターすることはできないので、これまでの気象データ30年分、その需要データから、各地域の電力需要と燃料需要を推定していこうということです。

スライド12は、電力需要の平年値と燃料需要の平年値のグラフです。需要については2019年がターゲットなので、その直近10年ほどを対象にしています。日射量など「気象のときの平年値は30年」なのに、なぜ「エネルギー需要のときは10年」なのかというと、使用する機器が大体10~15年で、その買い替えによってエネルギー需要が変わってしまうときがあるからです。灯油から電力に変わったり、都市ガスに変わったりするということがありますので、直近の10年を取ったということです。

これを合わせて、エネルギー需要の平年値を求めたのがスライド13です。ピークが2月で、ボトムが6月ですから、太陽光発電の平年値のピーク・ボトムと完全に反比例します、両方が双曲線のような形になっているのです。ですから本来そういうもので合わせ込むということは工学的にはあまり良くない、要するに「整合性のないものを合わせる」のですが、地産地消で「あるもので何とかしよう」としたら、これらを使っていくしかないわけです。

ではどうするかということで、非常にシンプルに考えました。

県内の事業用PV、特にFIT制度が切れたようなPVと契約して、系統を介してPPA（Power Purchase Agreement）を結んで供給してもらおう。そして昼間の余剰電力をバッテリーに溜める。また予備的な需給見通しから冬場は絶対量が足りないことが分かっているので、その期間は卸電力市場から計画的に買ってくる。年間契約して先物で買う、または都市ガスを先物で買って、燃料電池で電気と熱をつくって供給するというので、補完用エネルギーとして位置付けます。

これを学術的に描いたのがスライド15のシステム構成図です。事業用の電力から系統を用いて需要家にデリバリー（供給）する。足りない部分は卸電力市場から買って、系統を介して補完するということです。

4. 需要の抑制—デマンド・リリースの効果推定

「2019年の需要」で運転シミュレーションを行ったところ、「再生可能エネルギー自給率は40%未満」とどまるという、ちょっとショッキングな結果が出てきました。

再エネ自給率とは、分母をコミュニティ内のエネルギー消費量、分子を再エネ使用量として、エネルギー消費量のうち再エネをどれだけ使用したかというもので、学生さんが頑張って「需要の60%くらいはPVで供給する」ように設計して、さらに需要家の住宅用PVは増えているのですが、再エネ自給率は40%以上にはならないという結果でした。追加的に再エネを増やしても地産地消はできないということなのです。しかも、需給インバランスによりエネルギーが不足して、「1日当たり平均3.8時間程度のブラックアウトが発生」する。つまり、夜8時を過ぎたら停電になってしまうという結果が出てきました。

これはネガティブな見方で、逆に考えれば、一つはPVの発電容量が400kWでも再エネ自給率は40%くらいあるので、住宅用PVが増えたら、その分、事業者から買う電力量を減らせばいいわけです。そうすると、託送費用は不要となるので、自分たちの電力で安くまかなうことができるようになります。

もう一つは、グリーンホロニズム・タウンの三つの基本原則の三つ目、需要を抑制することによって、「あと15.8%抑制すれば何とかなる」ということなのです。例えば、2019年の需要に比べて、2030年になると「6%程度省エネができる」と推定されているので、あと10%程度抑制できれば、何とかやっているとはいけるのではないかとということです。

そこでデマンド・リリース機構といって、一般負荷の中で特定負荷をリリース（停止）する仕組みを作り、需給がひっ迫しそうな日には、その用途別に、例えば「厨房を24時間運用停止する」、あるいは「銭湯の休業日にする」といった形で、一日の運転を停止するということを考えました。

これでどれくらいの効果があるかということ、2030年の需要想定で厨房だと年間10%、給湯だと30%くらい削減できるだろうということで、そのような仕組みを組み込んで1年間のシミュレーションをやってみました。

まず抑制を全くしない場合、(2019年の場合と同様に)再エネ自給率は38.5%です。次に、給湯のデマンド・リリースを行う場合、例えば明後日は需給のひっ迫が見込まれるので「その日は給湯機能を24時間停止する」とすると、再エネ自給率を50.4%まで改善することができます。さらに、ブラックアウトについても14.4% (1260時間) から2.7% (240時間) まで改善できます。ただし、この「2%の壁」がなかなか破れない。需要をうまく抑制したところで、やはり2%くらいは(先ほどの)Dunkelflaute (暗い風)のような状況が起こったときには、ブラックアウトが生じてしまうということです。

5. 太陽光発電を主体エネルギーとする“地産地消”の課題

PVを主体とする地域コミュニティのエネルギーシステム構成は、過去の気象データや統計データから推計して設計できることを示しました。茨城県の場合、再エネ自給率は40%未満にとどまりますが、住宅用PVを増やしていけば経済的な運用が可能になります。

さらに需要側の管理手法として、抑制する用途によっては、例えば給湯であれば再エネ自給率

を10%以上改善することができ、どんな用途であってもブラックアウトの頻度はかなり緩和できるということです。ただ、需要側での管理にはある程度限界があることも分かっています。

総じて、変動性再エネを大量に導入した地域コミュニティでは、家庭部門でわずかではあるけれども供給力の不足が出てきて、他の部門、例えば運輸部門からの給電が必要になってきます。例えばFCバスなどで給電することになれば、いわゆる「計画運休を行う」ことになるので、そういうときには在宅勤務をするなど「ワークスタイルを変えてもらう形」で対応していけるのではないかと考えています。

そして、やはり需給調整のために制御ができる補完用のエネルギーが必要になります、それは具体的には水素ということになるのだと思います。ご清聴ありがとうございました。

(司会) 杉本様、ありがとうございました。会場の方からも質問がありましたら1題くらい受けたいと思います。

(フロア) 貴重なお話をありがとうございました。つくば市の住宅100軒のエネルギー需要の平年値から、1日の変化と1時間の変化をシミュレーションされていましたが、この100軒の住宅に太陽光パネルはどの程度付いているという想定でされたのでしょうか。

(杉本) 基本的には住宅用PVは想定していません。ただ、茨城県はFIT制度で事業用PVをたくさん持っているのです。20年のFIT期間が過ぎた後、その事業用PVが廃棄されるのであれば、PPAという形でそこから電力を購入しようという考え方なのです。

そして、各家庭の住宅用PVはさらにプラスということで、「それが増えていけばもっと再エネ自給率が良くなっていくのではないかとわれわれは当初想定したわけですが……。だから、これは考え方が逆なのです。住宅用PVが増えていけば事業用PVから買う量を減らせばいいだけの話です。買う量を減らしたらその分託送費が要らなくなって、電気代が安くなるので、コミュニティの人たちにはメリットがあるということです。なお住宅用PVは、2019年の段階では7.9%の実績、100軒中7軒くらいですが、2030年には13.2%くらいの普及を推定しています。

(司会) 杉本さん、どうもありがとうございました。改めて拍手をお願いいたします。

2025 年の現在位置として、特に昨年も記録的温暖化傾向であり、本年も猛暑到来といわれる、2030-2050 の時間軸が設定され、温暖化時代の到来加速で 2030～2050 年に出現する脱炭素社会の新ドメイン候補案は（VC=Value Chain の略、付加価値の連鎖 UNIT）

- ① エネルギーと材料を VC で一体化した新業態による、サービスモデルを実装する（分科会支援候補 20 カ所）
- ② DX（スマート化）や多くの生物資源や鉱物・リサイクル材料をカーボンマイナス資源化する
- ③ 脱炭素（教育）大学校・職業訓練校、監査人材育成含む（職種転換・生涯教育システムアカデミア等）
- ④ タテよりヨコの時代（新産業は既存産業の間より生まれる、東京都の研究所ほか材料科学者多数意見）
- ⑤ 文科省の要請（一社1国1業界ではなく、複数業界コンソ方式、国際連携方式による新業態モデル特区）

特に筑波大が国際推進しているブラジルは実は、今日現在世界最大の脱炭素国でありその健全な脱炭素社会モデルの育成が期待される。（過去、日本国が行ったセラード開発は最大の海外農業支援事業は知られた事実であり、ブラジルは世界第二のエタノール生産国でもある）国内、国際特区によりベンチャーモデル実装・監査を継続行う特区手法を日本で導入検討する。

（司会）それでは事例発表の最後になりますが、株式会社 JSC 総合研究所 CEO、岡地慶直様からご発表いただきます。岡地様は大手の商事会社の食料カンパニーでの勤務が長く、米国駐在の 10 年で手掛けた 2 社は現在米国でも日系のバイオビジネスの成功事例となっています。帰国後は同社の食料カンパニーおよび総本社の先端技術を担当推進し、2004 年ごろからは飼料子株式会社に出向してバイオマス資源の研究に取り組みされており、2009～2013 年には農林水産省の緑と水の環境技術改革プロジェクト事業において自治体や企業と連携し、バイオマスコンビナート資源化工程の実証実験を行われています。2014 年には東日本の有望な産業創出を目指す農水省や東北の産官学関係者の要請を受けて岩手大学大学院連合農学研究科生物資源科学専攻にて研究を行い博士を取得されています。現在はご自身が CEO を務める株式会社 JSC 総合研究所にて生物資源やバイオマスの高度利用を用いた自然循環による脱炭素産業モデルの市場投入に取り組まれているところです。

本日は「2030～2050 につながる脱炭素社会“新業態”モデル特区及び生まれる経済効果」と題して日本初のベンチャーモデル実装支援や監査を行う脱炭素社会モデル特区手法の導入とその効果について具体的にご紹介いただきます。

1. はじめに

今から 4 年前、石田先生からこれに入って手伝ってくれないかという要請がありました。私が今日お示しするモデルは、元々私が始めたときは、恐らく日本のライフサイエンスをやっている方やエンジニアリングをやっている方たちからすると、そんな考え方があるのかというぐらい距離感があったのですが、最近では情報化の時代で。私は今、3～5 省庁にいろいろ意見交換をしているのですが、日本人は食料とエネルギーを日本国内だけで考えているけれど、恐らくそれは 3 分の 1 ぐらいで、あとの 3 分 2 は知らないで全体の中でぼんやりやっちゃっている可能性が

あるので、1回整理されてはいいかがでしょうと。そうすると、日本の産業や社会は脱炭素にすごく適性があるのです。

私は帰国してきていろいろな人たちに、日本の食はもう駄目ではないかと言われたのですが、いやいやこれから日本のいい時代だよと、帰国後、すぐできると思ったら、これが今でいう楕型単体思考ですごく大変で、今の制度全体を見直すと、「何だ、日本はこんなにいい国なのか」という話を具体的に、そんな話があったら苦労しないよという話だと思いますが、したいと思います。

石田先生のお手伝いをして、大変素晴らしい自由闊達な議論をさせていただきました。これはエネルギーの研究なのですが、脱炭素社会をつくらうという理解です。今日は委員長を含めてライフサイエンスの方もエネルギーを見ると、かなり柔軟な発想になるし、筑波大学が本来持っている国際総合大学機能で、いろいろな海外の先生たちもいらっしゃる。彼らのノウハウと今の工学の皆さんの統合によって、大変利益をうむ理想的なビジネス社会が出現する。すなわち専門家が、私の場合はライフサイエンスの人間ですが、工学の人はこれを考えるのかと大変勉強になります。

逆に皆さんの専門のところでこれからのトレンドは、恐らく新しい産業領域を異業種にすること。これは筑波大学のような総合大学の先生と我々が決意して1回やってみるとできてしまうと私は確信しています。できてしまう話のざくっとしたところを海外等を見ながらお示しできればと思います。

今日、「あなたは2050年にできると思うのか」というQ&Aが来ましたが、私はできると思ったから石田先生の手伝いに来たのです。それはなぜかという話を幾つか紹介できたらと思います。

2. 日本の二酸化炭素排出

日本は今、約10億トンのCO₂を出し、世界第5位です。国も本来はドイツ並みに頑張ろうとしていた時期もあったのですが、残念ながら福島第一原発の事故があり、全ての原発を止めてしまったことで、CO₂を猛烈にだす石炭火力に戻ってしまったわけです。実は途中まで日本は最先端を進めていたのですが、今はこういうところにいます。世界各国の排出量を見ると、基本的にいい生活をしている人たちは、原理的に環境負荷・破壊、地球温暖化に迷惑をかけていい生活をしているわけで、このようなインモラルなビジネスモデルをこれからの時代の人たちに残していいのか。個人的には、これは自分たちの代で決着するのが現代人の使命の一つだと思いますので、政府も、特に米国も今ぶれていますが、これはやらなくてはいけないと思っています。

中国は人口が多いので、人口の割には少ないのではないかという見方があります。米国がこれからどうなるか、今回のトランプ政権がどう動くかというのは非常に注目される場所ですが、私が知る限り米国人の半分以上はものすごく環境を大事にする人たちなので、恐らく過激な環境破壊政策は長期にはやりきれないと見ています。

日本はドイツぐらいのところに行くはずだったのですが、ドイツが頑張っただいぶ差が付いてしまいましたが、従来の電気工学の大型箱物やネットワークでは、ドイツのような優れたインテリジェンスのある国でもインダストリーの再設計のところはもう一つうまくいっていません。ここは循環型社会の文明的にもものすごく深い部分を持っている日本社会がきちんとこなすと、この

辺に一気に行くのではないかと思います。日本政府もそれが分かっているのに、アメリカはアメリカで別のことをやっても日本はできるのではないかという感触で動いていると思います。

あとは言うまでもなく個人です。1人当たりCO₂排出量のランキングでは、さすがに日本は出てきませんが、産油国、すなわち化石燃料で大きな利益を出している国のオンパレードです。この人たちはこのまま地球環境問題に「ああそうですか」という態度ではられません。今回つくばで実証特区を提言中ですが、やるときに、私は起業家のポジションですから、私の目から見るとこの人たちは大きなお客さんです。この人たちに日本のつくばモデルを指導する時代が近未来的に来てほしいし、おそらくくるだろうという夢を持って今お手伝いをしています。

そういう意味では日本の一番革新を起こすパワーのあるのは自動車産業です。つくば3Eフォーラム次世代エネルギーシステムタスクフォースのメンバー増強でお手伝いの過程の中で全産業のTOP企業をいろいろ回って、皆さん御担当は日本国内が一番難しいと率直に言います。大手の名門ケミカル会社や建設企業ほか回りました。彼らは業界で動く癖が付いているので、いきなりこの企画に入れたい、入りにくい。ある超大手の某社などは、「岡地さん、うちの会社はどうやってもうけたらいいのですか」と、皆さんがよく知るトップ企業が社長に報告書を出さなくてはいけないが中途半端な絵しかかけないのでお困りというぐらい大きな革命です。アメリカは1回元に戻ってお休みというのはよく分からないですがおそらく中身のいい加減な脱炭素はやらないという理解をしています。

ただし、日本は実はほとんど準備ができています。これは政策案内になりますが、本来できるポジションから世界で貢献する日本。小さな拠点で結構ですからつくばで、素晴らしい自動車研究所の皆さんと協力して、経済モデルとして成立するのかもしれないのかを1回特区で小さく共有することです。これを今もうけている方たちはあまりしてほしくない方もいるのですが、学術で、少なくとも内陸部ですからガスパイプラインを造っても、日本の3割は不便な所でパイプラインもつながらない、高いエネルギーコストで苦勞しています。(ただし、南海トラフで港湾など大災害に逃げ込む激甚対策拠点などを、設計していくと思います。)

3. CNは可能か不可能か

私は大手商社でこれをずっとやってきました。彼らはもうからないとやらない、もうかるならすぐやる人たちです。その意味では、世界が排出している330億トンを経済チャンスと見ている人間は少なくとも日本ではかなりいる、つまりそれに答えを出してくれる科学者あるいはエンジニアをどうやってつくるか世界より引っ張ってくるかという知恵比べになっています。そういう意味では米国がぶれても全く意に介さないというのが現状だと私は見えています。ただし、サービスというのは電気だけではなく、健康長寿、美容健康、生涯教育などいろいろなファクターのウェイトが高いですから、これをちゃんとケアしていく。テレビを見ればみんな脱炭素と言うけれど、何が本当か何だかさっぱり分からない(との地方議員の声も)あるので、とにかくレフリーが要るだろう。このレフリー役をぜひつくばの皆さんとできればということで、このような仮説を立てています。

石田先生とやってきたタスクフォース等にいろいろな省庁の悩み事を統合します。大きいのは

エネルギーですが、エネルギーを脱炭素化するとき異業種との連合業態をつくるとものすごいスピードで脱炭素になります。それを各省庁に教えて誘導する。大手の悩みを突いて大手の経済が破壊されないようにグローバルな市場を提供する。そういう複合ビジネスモデルに、茨城県は非常に適性があると思います。

では加速する分科会をつくろう、とにかく早い人からやらないと駄目だという石田先生の方針もあり、全国 33 カ所、そのうち 10 カ所ぐらいはかなりシリアスです。最大手 T グループなど地域の大手企業も、未来ビジョンができるのならやりたいけれど、その辺のケアが必要だということで、いくつかの技術は門外不出です。今特に GAFA の人たちが小さいが真面目な日本の技術を狙っているので非常にデリケートです。

海外への実装研究は N 省や N 省の企画、あるいは K 省の一部がこういう形で、特に M 省は 2 年前に石田先生に、日本国内と単体業態でやらないでくださいという指示をしました。M 省はグローバルに出せるところは一緒に広げてほしいという指導がありました。

4. 2030-2050 に貢献するモデル候補区カーボンマイナスドミノ経済実装特区

本タスクフォース分科会でつくりあげた概念ですが、原料やエネルギーでマイナスからスタートすると、相乗的にマイナスが膨らみます。投資家のウォーレン・バフェットで有名になった「スノーボール」、つまりお金をうまく転がすと雪だるまのように儲かると。脱炭素も小さなマイナスで、農家がつくったゴミや産廃業者の水処理などのマイナス原料からエネルギーや資材をつくり、エネルギーから工業をつくと全部カーボンマイナスドミノになります。このロジックは大体エンジニアの会社は理解しています。これを小さくするとマイナスのまちづくりができるのです。先ほどの石田先生のご指摘どおり大きなビルディングを建てて空飛ぶ飛行機を飛ばす（LCA の計算機能が ChatGPT に入っていない）事と全然違います。それを REAL でやるだけの潜在力を実は日本企業は持っているので、ぜひ出口をお願いしますというのが今日現在 33 カ所の中にあります。

そういう意味では、カーボンマイナスです。CO₂ を 4 割以上、理論的に含有している生物資源つくるプロセスはものすごくたくさん日本は持っています。あるいは水素です。大型の箱物水素は高いままですが、小型の実験機器はものすごく安くなっています。蓄電池の価格も下がり、小型のソーラーなども出てきて、A 県では農業高校と一緒にやってほしいなど、いろいろなパターンがあります。

農林水産業で世界最大の資源作物はサトウキビやトウモロコシです。今やっている慣行農業の 3~5 割ぐらいは CO₂ の固定量や成長性が違います。放棄地が多くある我国ではそういう意味では現代のビジネス形態はそんなに完成されているわけではありません。これは従来の農林水産業ではないエタノール、メタノール製法の技術を若干導入されてバイオ燃料になっています。工業系に異業種のバイオ農業に入れてはいけないと思っている方が多いですが、国によって政策を横展開している大国が多々あります。（ドイツのバイオガス、米国、ブラジルのエタノールなど）こんなに差が付いていて、環境負荷があまりありません。

あるいは、カーボンマイナスカーをそろそろ T 社さんにコンセプトカーを造ったらどうかと先

日申し上げました。まんざらでもないのですが、ご存じのように B 社さんとかなかなか頭のいい会社 E V やプラグインハイブリッドがついに日本に上陸という事態があって、業界の名士の方にあまり意見を言いたくないのですが、やはり最先端を走っていただきたいという意味では、エコカー化を自動車業界で先ほどの森田・三石提案でまず小さく特区でやって、何トン CO₂ 減るのか、それは商売になるかならないか特区で示すタイミングと思います。こういう領域を茨城県の自動車研究所や、日本中のカーレース場は余っているので、社会の Incentive (楽しみや利便性) お示しする時期にあろうと思います。

あるいは石田先生も港湾型の小型モデルで、ペロブスカイト発電だけではなくて、炭素繊維大手 T 社さんは CO₂ の分離膜など。皆さん大量生産に入ってきています。当社も推進中ですが、住宅の造り方も、LCA 上のカーボンマイナスハウスは理論的にほとんど成立しています。こういう過程の中で一番難しい部分をやっています。K 省や T 大の LCA の先生たちが、農業はマイナスではないのかと言うから、マイナス農業長年行政に提言し、近年委託で実用化に入っています。

(NDA) これはかなり面倒で省略しますが、こういうプロセスは実装段階です。

地域の設計です。今回つくばでもしのできるのであれば、まず自分が住んでいる地域がどうなっているのか、AI のデータベースをつくらなければいけません。要するに生物資源ごとの方法論があり、これを最適化します。これは農林水産業の話ですけど、最後の 7 割はエネルギーや肥料に行きます。3 割は食や飼料です。N 省 S 省でも意見を申し上げているのですが、一つの省庁で一つの政策を作る時代はもう遙か前に終わっているのではないかと、これから乗り入れてつくばで勉強して、食料を作った後にエネルギーをつくって両方でもうかるというタームができてしまったらどうしますか。(実は海外には多くあり、我国はいつの間にか楕型単体政策で国際的に遅れてきており挽回のタイミングです) 病気も、病気を予防するテクノロジーをしっかりと入れて、家も抗菌仕様にしたり、子どもやシニアの環境対策を含めて、これは B to B to C になりますけれど、総合科学に持ち込んでいく。

今日現在ではばらばらな状態になっていますが、脱炭素が共通言語で、ちょっとしたエンジニアリングをかける。そうするとビッグインダストリーや皆さんの工場、あるいは電気を使っているばらばらでやっているところに統合理論を入れるのです。ぜひお願いしたいのは先ほどの絵です。筑波大学の人材育成で、インダストリーデザインを実証する教育、人材育成、特に異業種です。海外を含めてこういう物の考え方を日本人はしますが、私が知る限り海外の人はほとんどしません。

力を合わせてこういう拠点です。これは N 省の委託ですが、後で説明するブラジルや、あるいはアメリカの新しいものです。これは中国、これはインドです。農林水産業かということ、CO₂ を資源化するからです。現在 330 億トンの CO₂ を資源と考えることによって大変有望なインダストリアルプログラミングができます。

これは日本人がかなり関与しているブラジル最大の農機具会社です。今は孫がやっています。3 代目です。15 年前に亡くなられた西村俊治さんがつくられたスプレイヤーです。これは世界最大です。こういう日本の人たちが世界中にいます。来週から私はブラジルに行くので、ぜひ筑波大学の拠点も勉強させてもらえればと思います。

実は日系人の社会はこれだけ（2百8十万人）南米にいます。南米特に日本のおかげでブラジルはセラード開発がうまく伸びたと思っています。これも一つの日本です。令和の米騒動でお米や国内の800万トンだけではなくて、日本人は直接間接輸入合算3000万トン、あるいはビジネスモデルの世界で、商人のVCだけではなくこういう貢献を日本は世界中でしてきた実績ある国です。当然脱炭素に関しては、着手は小国で小さくていいですけど、農業、エネルギー、建設などこれから多くの産業が自然体で事業利益を求めながらやっていく必要があります、これらを支え進化する人材-教育はもっとも重要なインフラと多くの方が異論なく考えておられます。

5. 経済は既に多極構造の次世代形ビジネスモデルの時代に突入している可能性がある

いずれせよ私も驚いたのは、東京都の工学系研究所の理事長が、時代は変わってタテよりヨコですわねと言ったことです。そこまで世の中が動いてきました。つくばのイベントでもシニアケアや病院や公衆衛生で、特に女性がよく勉強しているのでどんどん参加いただきたいとおもいます。

これはプロの先生たちがきちっと実証すると答えは出せます。省庁の方にそれを横断で示してあげるのです。別にこれは省庁がいいとか悪いとか言っているのではなくて、縦の限界、新しい総合サイエンスの領域が今巨大化しています。ウェブで結構ですからつくばで今つくっている機能や、地方の大学から、例えば脱炭素がよく分からないから筑波大学の先生を紹介してくれという話が激増しています。（脱炭素 WEB 大学構想案）

大手企業は自分で完結したい。N製鉄さんが今アメリカでだいぶ苦勞していますが、私も今から30年前に同類の経験をしました。後輩諸氏の頑張りもあり、今は立派なアメリカの会社になって悠々としてやっています。トランプさんは商売人で実は来年には認めるとにらんでいます、おもてでは覇権は許さないということですが、歴史が示すように米国を育成したのは米国人だけではありません。昨今新しい発明発見が続々手来ています。分子細胞生物学（MIT やスタンフォード）など伸びてきており、世の中の農業や医療、食料が全部変わるというように、世の中はすごくチャレンジングになってきています。

6. 分科会で推進中の新ドメイン VC 政策

結論です。ホロニズムのモデル事業を考える場合、特に人類が生きていくためのエネルギー・食に関して日本は明らかに課題があります。これを平行して小さく実験を示してあげると、大きな未来を若者に示すことになり、成長戦略を探している中央省庁も大変助かります。行政の立場でいくと、彼らは自分の組織の中では、新しい仕事、特に急激な変化を構造的に挙げにくいので多くが指示待ちですが実は指示を出しても動かない（脱炭素は国策ですが）。過去の政策否定（先輩のつくった仕組みや政策を変える事は古い省庁は大変やりにくい事も理解し、時期が来ている事を共有して、進めるタイミングです。）

これから新業態チャレンジャーや若手ベンチャーは、やはりしっかり10年しっかり面倒を見なくてははいけません。これは他の大学でも申し上げたのです。10年間応援してあげないと日本のベンチャーは絶対成功しません。10年で何十社か応援して初めて出てきます。ぜひ IMAGINE THE FUTURE で、こういう事業にチャレンジするのであれば、この流れをうまく活用して、しばらく

混乱するであろう地球の裏側のいろいろな騒ぎにも日本は背筋を伸ばして、茨城県は特につくば、日立、鹿島港、東海村とカリアル産業にいろいろな基礎インフラがあるので、先導役をやるのであろうと国も思っています。私は日本は結構きちっとした指針を出せるのではないかと思います。

最後に、経済効果のところだけ少しだけ説明します。今、世界は 330 億トンの CO₂ 及び equivalent CO₂ を排出しています。これを 2050 年までに投資チャンスとして理解していきます。私の計算で恐縮ですけど、人間はこれから生活が豊かになると穀物ないし食料の生産が増大しますが、可食部は大体 3 割で、7 割は大した利用がありません。あるいは 100 億トンは新業態です。先ほど杉本さんがおっしゃられたものとか自動車研究所もそうですし、石田先生も次世代工業のドメインをつくる人たち、あるいは日立さんや海外のベンチャーがやっている量子力学・原子炉、恐らくこれに GAFA の人たちや S さん、ビットコインの投資等も含めて膨大になだれ込んできます。

これはむしろアメリカあるいはヨーロッパというよりは日本が将来の社会設計絵図を描いて、まず小さくつくばで特区実装をやる。別にこれは 2050 年に絶対こうしますという余計なことを言う必要はありません。小さな原理でそれをすると、今の世界の経済の倍になって、出てくるところはグローバルサウスや、われわれの社会は豊かな緑の経済で回っていてほしいし、これは理論的に今決断すると可能です。そういう意味で未来の子どもたちを育成する基盤になり、シニアのチャレンジャーを育成し直すような組織が必要で、ぜひ立てていただきたい。こんな面倒な話に付き合いたくないという気持ちは分かりますが、これは実は REAL 産業のインフラ政策で、世界はこういう形で動くというのを、ヨーロッパ人と私は途中まで描いていました。国連の研究機能はスウェーデンが中心ですが国連大学本部は日本（東京都港区青山）にあり手狭ですので、連携で演習特区は大歓迎です。

これからは文化的にもっとも循環型社会基盤があるのは日本です。脱炭素教育は日本がリードした方がいいと思います。ヨーロッパは戦争、米国も借金インフレしばし大変です。日本が今世界に対してなせる最大の役割とも認識しています。実はそんなことを考えて、ブラジルの件などまた幾つか紹介したいと思います。以上です。

（司会） 岡地様、ありがとうございました。この後すぐに総合討論に入りますので、もし岡地様に質問等ありましたらその際に少しご発言いただければと思います。

（岡地） 1 点だけ。私は来週から 2 週間ブラジルに行きます。一元的には脱炭素系の農林水産業やバイオ燃料のエンジニアリング研究なのですが、脱炭素産業をつくる資質がすごくあって、日本にないものをほぼ持っている日系の方がいるうちにこういうモデルを一緒に育てています。つくばが脱炭素モデル特区をそういうのをやっているのなら早く見に行きなさいと、外務省の中南米大使も期待しています。そういう意味で具現化するタイミングが数年前より来ています。大きくやる必要はありません。小さな実証で今までの経験を生かしていただければいいので、ぜひご検討いただければと思います。

（司会） 改めて岡地様に拍手をお願いいたします。ありがとうございます。

総合討論

司会：石田 政義（タスクフォース座長、筑波大学システム情報系 教授）
討論者：三石 洋之 氏（一般財団法人日本自動車研究所環境研究部 LCA グループ シニアエキスパート）
森田 賢治 氏（一般財団法人日本自動車研究所環境研究部電動技術グループ シニアエキスパート）
杉本 一郎 氏（株式会社エネルギー・生活科学研究所 所長）
岡地 慶直 氏（株式会社 JSC 総合研究所 CEO）

（司会） これより、本日登壇いただいた 4 名の皆さまと一緒に今後のカーボンニュートラル実現に向けた取り組みについて、総合討論を行っていただければと思います。司会の方は次世代エネルギーシステムタスクフォース座長の石田先生にお任せしたいと思います。

（石田） 皆さん、改めましてこんにちは。今日は思わずたくさんの方にご参加いただきまして、誠にありがとうございます。こういう問題は結構関心が高いのだと改めて思っているところです。総合討論ということで本当にざっくばらんに、皆さまにご討論いただきたくと考えておりますが、まず導入として私の方から少し登壇者の方にいろいろな意見を聞きながら、少しご紹介したいと思います。

最初に内海議長からあったように、私が非常に気にしているのが、ハワイのマウナロア観測所がモニタリングしている大気中の CO₂ 濃度です（スライド 2）。簡単に言うと、京都議定書が 1997 年でこの辺、パリ協定が 15 年、16 年あたりなのでこの辺ですが、騒いでいる割には全く変化がないのです。私はこれをいつも思っています。

今までの討論にも出ていますけれど、今世界で排出量は 350 億トンを超えていると言われていいます。これは CO₂ だけなのです。equivalent という話がありましたけど、他にも温暖化ガスがあるので、私の調べたところでは CO₂ 換算では全部で 570 億トンぐらいとなっています。一つ言えるのは、ものすごい量であることと、一部でいくら頑張っても話にならないと実は思っています。今、内海先生がおっしゃった 426ppm に行っているとして、それを例えば産業革命の頃に戻そうとすると 280ppm まで下げないといけません。

グレーテスさんが前おっしゃっていたのが沸騰の時代だということで、今確か気温上昇は 1.45°C なので、もう 0.05°C しか余裕はありません。これは絶望的だと個人的には思っているのです。岡地さんは CN が可能かということで、どちらの回答だったかよく分からなかったのですが、三石さんからそのあたりで一言ずつお願いできますか。

（三石） カーボンニュートラルが可能かどうかですよね。まず、もう誰もが分かっていると思いますが、単純に節約や省エネでは絶対達成できない。われわれはハードウェアをずっと使い続けてしまい、その結果がこうなっているということですから、きちんとハードウェアで直さなければいけない、コア技術で直さなければいけないということです。そのときにイノベーションを求めてそれを待たられるかということ、そんな余裕はありません。今すぐできる技術を日本はたくさん持っているのです、それをやっていくということです。

そのときに問題になることが一つだけあります。われわれは物質とエネルギーに満ちた生活の中にします。物質的にもものすごく豊かです。でも、この変革をしようとする、その覚悟をしなければいけないという事実があって、それがうまく進められないところが一方で問題としてあるのではないかと思います。

(石田) はい。では森田さん、ごく簡単をお願いします。

(森田) 2050年ですら全く不可能かなと思っています。技術的裏付けなしに決めてしまった目標だと思っています。

三石のプレゼンにもありましたが、日本が出しているCO₂は3%に過ぎないと言ったら怒られてしまうかもしれませんが、割合でいうとそれしかなくて、中国が28%、米国が14%など大きな排出量の国々があるので、世界各国が本当に協力して目標に向かわないとてもできないと考えています。

(石田) はい。では杉本さん。

(杉本) 環境性という一つの目的関数だけなら達成できます。ただ、エネルギー自給率や経済性を含めた3Eをバランス良く取っていくことの方が私は大事だと思います。1点だけボンと下げてエネルギー費用が倍になってしまったら何をやっているか分からないと考えます。

(石田) はい。では岡地さん、お願いします。

(岡地) 私はライフサイエンスの人間ですが、私以外は工学の方々に、正直に言うと、もう少し横断工学に踏み込んでいただけたら早いと思っています。できることからやろうというところから、「できない、なぜなら私は工学者だから」と。先ほど三石さんに本当に本音を頂いてありがとうございます。工学の問題は工学で処理する。これは本当に正しい考え方なのかどうかも私は分かりませんが、今すぐできることをやるということに関してもし抵抗がなければ、三石さんのプラントやハウス、森田さんのミニカーはブラジルの山の中で恐らく数十社の仲間をつくれるのではないかと考えています。

日本独特の専門を深掘りすることが研究開発の基礎である、そういう横断をやってはいけないという教育や考え方が課題のひとつかもしれません。そういうところもあります。今日政府の方がいらっしゃったらぜひ。そういう話をオープンに始めていると、結構若い技官は分かります。だからそういうことも大学の研究者から提案してあげた方がいいです。現役だと科研費の関係とかいろいろ心配がありますが、文科省は意外に早くやれと指摘もあるので、企業側はビジネスモデルを変えることにはすごくデリケートな話です。私は企業が長かったので、企業は今、茨城県の振興課がおっしゃることもよく分かりますし、私自身もものづくりにいました。

ただ、停滞する脱炭素を見るにつけもう古いというのが正直言ってあります。そういう意味

で日本の個性を生かす絶好のタイミングが今到来中です。これをみんなで小さく取るときにつくばが御用達しますよと、その意思を若干でも確認できれば、あとの細かい話は専門の皆さんで調整をやっていただければいいと思います。そういう形で日本の社会、日本人が「ああそう」と1回理解して、海外を見ると、そうだな、変えてもいいのではないのと、そこがものすごく大きい話だと私は思っています。

私がアメリカから帰ってきたときに、今日プレゼンしたことをすぐにやろうと思ったのです。だけど20年もかかってしまいました。これは、そういうことはしてはいけない、学問の先生がそれはやってはいけないと、本当に脱炭素をあなたは分かっているのかという議論を、1回フラスコを見て、メーターを見て、石田さんがおっしゃるとおりこれはいいけどこれは駄目と、大手も交えて一緒に、大手の領域の隣でやってあげる。これを最大手のT社さんに話したら、「うーん」といって腕を組んでいました。これをぜひきちっとやりこなせれば大変ありがたいです。トップ企業はそこまで考えています。皆さん大変立派な人たちなので、恐らく静岡のまちづくりで実験をやると思います。

そこに来て、石田学派は結構由緒があって、日本で最先端で脱炭素をやっている学派なのです。ぜひ今年から来年にかけて、小さい形でできればと思うのでご協力をよろしくお願いします。

(石田) ありがとうございます。今日のフォーラム会議は普通と違うのではないかと感じていただけるといいなとは思っているのですが、こういう対策というと最先端技術みたいな話が出てきて、例えば液体水素やペロブスカイト、光触媒で水素をつくるという話がよく出てきますが、実はそういうものはなかなか貢献しないというのが、私が40年研究開発をしてきた中で感想なのです。温暖化の問題は、時間がないことに加えて、極めて大規模なのです。これを何とかするには、岡地さんがおっしゃったとおり、できることをちゃんとやっていくことが大事だというのがわれわれタスクフォースの一番の方針なのです。そういうことでちょっと受け取っていただければありがたいです。

次に、政権が変わったという話はこれまでも出ました。恐るべきはこれです。トランプ大統領は、“We will drill, baby, drill. (掘って掘って掘りまくれ)”と言ったとされていますが、私が調べてみると、これはトランプ大統領ではなく、2008年の大統領選でサラ・ペイリン副大統領候補が言い出したのです。共和党や石油関連の企業、推進派が当時オバマさんを押さえるためにこういうことを言って、それを蒸し返したということらしいのです。これをわれわれが脅威と感ずるのかチャンスと感ずるのかいろいろありますが、CO₂の削減を阻む最大の壁は何か、一言ずつお話しいただけますか。ごく簡単に、30秒以内でお願いします。

(三石) 今日紹介したようにグリーンホロニズム構想はその方向に向かえるものの一つです。ちゃんと皆さんの意見を聞きながらどんどん進化させていけばいいのですが、最大の敵は、その中でかなり生活も変えなければいけないし、企業も同じような変革が求められるのに対して、今のままやりたい、今のまま生きていきたいというのが壁のような気がしています。

(森田) 技術的な話でなくて申し訳ないのですが、私は人間の際限のない欲望が最大の敵だと思っています。石田先生がよくおっしゃる「今だけ、金だけ、自分だけ」という「三だけ主義」をなくさないといけない。モビリティでいうと、これまで速くて馬力があって大きくて豪華というのを目指してきましたが、その逆の方向をこれから目指していかなくてはならないと思います。

(杉本) エネルギーが金さえ出せば簡単に手に入るという暮らしやコンセプトが一番の壁です。逆に、あるものでやっていく、これだけしかエネルギーはないのだ、地域で考えてそれをどういうふうによく分かち合うかということを考えない限り、脱炭素は無理だと考えています。

(岡地) 商社にいと、ビジネスモデルと VC マーケティングが重要で、脱炭素エンジニアリングのテクノロジーも VC マーケティングの時代に完全に入ってきています。大手はどれも要素工程を持っているのですが、どうやってビジネスモデルをつくるかが分からない。その悩みを解いてあげるといふ横断化とか、なかなか本音を言わないので、それは類推して小さくしてあげる。「あなたの商品を出してみても、売りたいのでしょう。その現場をうちがつくってあげるから、その代わり LC を対外的に出すけれど大丈夫ね」といったら、多分すごく出てくると思います。そういう実装特区の役割は今の卸でもなかなかできません。そういう意味でニュートラルなこういった国立研究組織で、しかも脱炭素を最も古くから標榜している筑波大学に新しい推進をやっていたきたいものです。

科学技術振興官に、何年前かに茨城県の方が来られ、そのときからこの話はありませんでしたが、今日の会議のように詰まってはいませんでした。ぜひその若干の横断、あるいは私の専門領域をあなたに投げるから変えてみてという若干の横断、チーム編成にチャレンジさせていただければ、今の議長のされている理学や生物学の仕事で、生物資源類の方が一番 CO₂ は資源だと思っています。そういったエンジニアリングの広がりを感じていると思います。そういう具体的な拠点の解決策でいかがかなと思っています。

(石田) 最後のテーマは、わが国の実態です。COP で 5 年連続で化石賞を取りました。政府は民間団体が言うことにいちいちコメントしないとっていますが、指摘されている内容が実にパリ協定で定めた世界の平均気温の上昇を産業革命前と比べて 1.5°C に抑える努力をするという目標に沿うために、温室効果ガスの排出量を 2035 年までに 2013 年と比べて 81% 削減する必要があると日本は指摘されているのです。そうすると今までの目標も甘いということになってしまっているというところで、これも身につまされる話なのですが、今われわれは何をすべきかというところで一言ずつお願いします。

(三石) 難しいです。それを信じてグリーンホロニズム構想を世の中に出すためにプラットフォームをつくる努力を今続けているわけですが、日本的には脱炭素で向かっていくということ考えているから排出はゼロです。そこに若干のゴミを処理しなければいけないので CO₂ が出るといふことでやっている。これを何とか実現する方向にご協力いただければ、何とか行くのではな

いかと。他にいける方法があるかという、今のところ私は分かりません。

(森田) 私のプレゼンでも説明しましたが、やはり CO₂が増えて、何となく災害が深刻化してきたのは分かるけれど、なかなか直接自分のこととしては考えられないと思うのです。やはり今までの生活をそのまま続けてしまって、本気になりにくいというところがあると思っています。しかし、今の生活ももちろん大事ですが、100年後、200年後を考えたときに、これ以上温暖化させるわけにはいかないということを考えると、つくば市なり茨城県の方には本気になっていただいて、われわれはこれからプラットフォームをいろいろなところに提案していきますが、そこに自治体としてぜひご協力をお願いしたいと考えています。

(杉本) 地域レベルの話なのですが、結局のところ「身の丈に合ったものを作って、それを自分たちで処理する」というビジネスモデルをつくらなければならないのではないかと。つまり、国からの補助を期待してやっていたらヨーロッパのバッテリーEVみたいな形になるわけです。首相が替わったら方針が変わってしまうとなったら、結局一番痛い目に遭うのは地域なのです。だから自分たちで「身の丈に合ったものをつくって、それでやっていくのだ」と、あまりお上はぐちゃぐちゃ言うなど言ったら、逆に「お上の方から歩み寄ってくる」と思います。よく岡地さんが言うビジネスモデルを地域ごとにつくっていく、身の丈に合ったモデルということが大事だと考えます。

(岡地) 化石賞というのは、実際に海外からそのように見えているのだと思います。今さらあのとき福島第一原発が爆発したからという話を延々としていてもしょうがないので、まず小さくやる、確実に特区でやる。

水素を安くつくる技術は、日本には私が知る限り四つぐらいあります。彼らも商売ですから、いきなり電力会社が嫌がる商売をしてはいけないということで、非常に不健全な研究開発で、私は非常に問題だと思っています。当社自身も水素を自分で開発していますが、コストは下がります。大きな箱物の考え方をしていると、ただそれはコマースベースで家庭に1個ずつやると、本当に家電メーカーさんとの競争になるといろいろあるので、そこを実験で小さくやって、一緒に共創しませんかというぐらいの度量を持って日本のメジャープレーヤーたちを招聘してあげる。これが IMAGINE THE FUTURE のもう一つのオポチュニティーになると思うので、ぜひ開かれた経済特区を見据えて小さくやる。逆化石賞を日本が打って出るというようなことを。内閣府も一生懸命種を探している人がいっぱいいるので、この不名誉を、海外の人は日本ならすぐできるだろうと。

日本の大手が一番困っているのは日本国内市場の活性化です。過去の役割分担を変えるとビジネス的にお客さんに迷惑が掛かるという古い考え方にに基づきます。これは近代的な発想ではないです。そういう意味で若い研究者がものすごくいい研究をしているのですが、出口がないのがこの遅延の最大の理由です。これはそろそろはっきりした方がいいです。これは国も指摘しています。出口産業をつくる時に日本だけや単体企業だけでつukらないでほしいと。これはM省が

石田先生に対して要請書を出しています。

こんな状況です。その辺をオープンに議論するタイミングがやっと来たので、ぜひ心配なく小さな着手で、ここにいる精鋭の皆さまも技を持っているから、まずかちっと出してみる。上手にやったらすごいとなると思います。

私は来週からブラジルに行きます。ブラジルは本当に貧しい農家がいっぱいいますけど、脱炭素には理想的な国です。石油ができて、これからどちらに転ぶかという端境期なので、ぜひ大使も見せてくれという話があったタイミングでもあるので、ぜひ筑波大学とブラジルの先生にもご協力いただきたいと思っています。来月はタイでもやります。一つの物事が変わるタイミングの年に今年はなるのではないかという感じがするので、ぜひ皆さんと一緒に小さな成功事例を作ればと思うのでよろしくお願いします。

(石田) 化石賞は皆さんご存じだと思いますが、温暖化対策にとっても後ろ向きな国というレッテルを貼られているということです。簡単に言えば経済活動が優先になっていると取れるわけです。何よりも恐ろしいのは2035年まであと10年しかないのです。10年はあつという間なのです。その間に本当にどんなことができるのかということを真剣に考えればいいと思うのですが、何か絵に描いた餅というか、打ち出の小槌、瓢箪から駒と言うべきでしょうか、すごいもの、簡単に言うと科学技術に救いを求めているのだと思うのですが、科学技術はそんなに人間に甘くないというのが、私が40年で学んだことです。

ここでフリーディスカッションにいきたいと思います。皆さま自由にコメントあるいは質問でも結構なので、自由に発言していただければと思います。いかがでしょうか。

(フロア) 県のカーボンニュートラルで水素、アンモニアサプライチェーンに力を入れている話と、発表していただいた研究者の皆さんの話とあまりにギャップがあって、先ほどの化石賞5年連続ということも石炭火力にしがみついて今の経済を維持しつつ温暖化に貢献するようなポーズでしかないのではないかとということで責められていると思うのです。そういうことを一生懸命やろうとしている県に対して、これでいいのかという、どちらかという県やつくば市にもっと協力してもらって小さな形でいいから実現させていかなければというのが4人の先生方の話だったと思うのです。それと今、県が力を入れていることとのずれをどう修復していけばいいのか、県の方や先生方に聞きたいです。

(三石) 水素社会推進法というのは、産業界で水素の利用を推進するものです。水素社会とはそもそも何かという定義もあまりしっかりしないのですが、私の理解では、要は外国で水素をつくって、それを日本に持ってきて産業を回すという、産業を回す構図なのです。県は当然、政策なのでこれに近い形をしています。一方で、ホロニズム構想は私たちの生活です。家庭の生活をまず脱炭素化するために動いているので、ずれているというよりもターゲットとしているものが少し違うのです。

これを産業界でこういうふうやってきた、最終的に水素をどうやって使うかというところは、取りあえずそれぞれの業態の方々が、例えば船で輸送する人たちは船で輸送することを中心に考えます。要は外国で油田を開発するのは油田が中心です。そんな形の中で最終的に日本の力でどうするか。ここを誰が考えるのかがどうもグレーな気がします。これは県や市がどういうふうにしてそれを取り込んでいくかということが自治体として迫られているのではないかと。そこがつながると、これがちゃんとホロニズム構想に接続していくのです。そこが今うまくできていない、供給のところがかううまくできていないのではないかと私は考えますが、いかがでしょう。

(杉本) 私は逆だと思います。国や自治体は『供給だけを考えて、需要を考えない』のです。グリーン水素というのは今のガス代ぐらいに安いのか、倍すると言われたら需要家は誰も使いません。そういう需要家の視点が決定的に抜けていると思います。グリーンホロニズムというのは、最後に『需要で合わせる』という恐ろしいことを言っているわけです。あるもので何とかしていこうとなったら需要家の視点が要るのです。今のフロアの質問に対しては、私は需要家の視点が抜けていると考えています。

(岡地) ありがとうございます。そういうふう質問が出てほしいなと思っていたので大変助かりました。なぜかという、私もインダストリー側にいた人間で、大手なり業界なりの考えがよく分かるのです。彼ら自身が会議をやり、いつも若い人は悲しそうな顔をしながら日本の国内をどうしていいか分からない。そろそろそれを解いてあげる時期に来ています。これは実はもう20年ぐらい前からこの状態です。つまり日本人が日本のつくり方を、お役所に文句を言うタイミングから、こうしてみてもどうかということをやらなければいけないタイミングです。

言っている立場は私もよく分かります。やる気の所はできるだけ。私の友人のH社も、中にはいろいろな人がいます。おかしいではないかと言う人もいますけど、それはそれで多層なソリューションで、内陸部は内陸部で国民的に小型、あるいはコンセンサスがある防災などビッグインダストリーから出てきたエネルギーを備蓄していて、本当に地震のときに止まらないのか。東日本大震災であれだけ被害があってシステムは止まり、動物は餓死したのですが、その同等のものが来るといわれている中で、本当にちゃんと答えが出るのか、せめて私たちの逃げ場所があるのかという議論は、むしろ女性の方から言っていた方が、業界の束縛から1回離れて、それは業界の関知するところで一生懸命やりますが、それが起こったときは国の問題だとなっているので役割分担するタイミングです。小型特区のメリットをよく認識して役割分担の時期です。

つくばでよくイベントがあって、女性の意見がすごく参考になりました。なるほどなと思ったのは、「私のおじいちゃんとかおばあちゃんは認知症で、徘徊したときに靴の裏にセンサーを付けてほしい」とか、本当の困り事もマーケットです。小さなものを積み上げるホロニズムタウン。そういうものと、世界の競争でどうやって大型システムで勝つのかは別のドメインになるので、そろそろ整理をしたいものです。市民の安心安全、長生き社会をつくる、脱炭素エンジニアリングは私は日本が一番上手につくばでやるのではないかと思います。ビッグインダストリーは世界の戦いですが、これはこれで日本の企業やエンジニアの会社がそれなりに頑張ると思います。分

けてあげ分担連携するのも実装特区の知恵です。

先ほど工場で出したのが、例えばこの学会に入りたくないビッグインダストリーの方に正直に言って、今T社さんややN鉄と話しているのに、あなたの工場の隣に脱炭素拠点をつくって、あなたのCO₂を消してあげますという横断型のビジネスモデルは誰も禁止していないし、業界も禁止しないでしょうと。それで早くゼロにしてくださいと、トランプさんにこういうのをやるからできたらアメリカで稼ごうというデモ都市やファームを、私自身米国で経験しながら実業でトライをやりました。米国人は実学重視でこれがよく効くのですよ。「そんなことをあなたのところはやれるのだ」と。

(石田) すみません、時間が押しているのです。

(岡地) 何を申し上げたいかという、今のご指摘はご遠慮なく、そういうものなのです。ですからぜひ小さいものをつくばでやってみたらいいのではないかと、県がどうのとかそういう話ではなくて自然発的にやってほしいというのがこの学会領域の魅力ではないかと思えます。ぜひ先生方のご指導をお願いしたいと思います。

(石田) では小貫さん、何かありますか。

(小貫) 私の話した内容と皆さんの話とずれがあるというのはおっしゃるとおりで、そうなるのは実は最初から分かって話しました。われわれは産業振興が目的なのであいうアプローチで、なのであいう説明になったのです。そのことは石田先生からうちの課にご依頼いただいた際にもお話して、石田先生からは普段と全く違う形で県がどういうことをやっているのかを説明するのも重要なことなので、ぜひお願いしますという言葉も頂いたので、ずれていることを承知の上でお話しました。まずそれをご承知いただきたいと思えます。

先ほど三石さんがおっしゃったように、水素社会推進法を国が進めています。三石さんも杉本さんもお話していましたが、供給に重きを置いているのは間違いないと思えます。特にその中でも価格差の支援にも今動いているので、高い水素・アンモニアをいかに安く入れるかということで支援がなければいけない。それをどうやっていくのか、どう配っていくのかがやはり課題で、われわれはすごく考えています。その先に家庭にどう行くのかということだと思います。それはわれわれの立場だけではなくて、県庁の中でも他の部署といろいろ協力しながらやっていくべきことかと思っています。

今日は非常に興味深くお話を聞かせていただきました。これからの仕事につなげていこうと思っています。

(石田) ありがとうございます。小貫さんはタスクフォースのメンバーです。私からコメントすると、県の場合は多分国の方針に沿っているのが大きなところだと思うのですが、国が何を考えているかという、要するに水素・アンモニアは両方とも、使うときにCO₂を出さないところ

にフォーカスが行ってしまっているのです。それが本当にいいかというと、僕は怪しいと実は思っています。これは県にも言っているのですが、効率的にそんなにいい話ではないです。例えば、川重も海外流通から撤退するということになってしまっていて、破綻しているところもあります。そういうところはきちんと科学技術を見て、見直しは適宜必要なのかなという気はしています。

研究開発は別にいろいろやってもらうのは構わないですけど、タスクフォースで問題にしているのはやはり時間なのです。ハイテクを待っていてもなかなかできないです。できることをちゃんとやっていくというのが10年ぐらいでできることではないかというのがわれわれの攻め方です。こういう攻め方はあまりないかもしれませんが、そういう人がいてもいいだろうというスタンスです。

それでは、時間がありませんので質問はあと一つだけにさせていただきます。2人手が挙がっているので、皆さん短めに答えてください。

(フロア) 似ていることをお聞きしてよろしいですか。一つは、先ほど主題になっていたグリーンホロニズム構想、100戸ぐらいの規模でということで非常に興味深く拝聴したのですが、具体的にFSに持っていくような計画はどうなっているのか、情報があればお聞かせください。

もう一つは今回の議論とは離れると思うのですが、先ほどのデータを拝見すると、環境問題は、大気環境も海洋環境もまさしくグローバルなので、先ほどの図を見ると日本のコントリビューションはそれほどないわけです。圧倒的に隣の中国の排出量が大きいので、そこの取り組みに相当ディペンドすると思います。中国では確かかなり将来に向けた削減計画を新聞等で見た記憶があります。そうすると、中国での取り組みが非常に大きな影響を及ぼすように感じるのですが、実際にどのような取り組みがなされているのか、もし情報があればお聞かせいただければと思います。

(石田) では計画については三石さんから。

(三石) 今回われわれが狙っているプラットフォームは、実証試験ではなくて社会実装のためのものです。ですから当然ほぼフルスケールのものでいきたいというのが願いではあるのですが、一番の問題はそのためにかかる費用を捻出できるかどうかです。狙っているのは社会実装ですから、そのためのほぼフルスケールでいきたいというのが希望です。皆さん同じですね。

(石田) 中国の話は杉本さんですかね。

(杉本) これは非常に重要なところで、いわゆるヨーロッパや中国のダブルスタンダードにだまされてはいけません。中国は再エネがガンガン入っていると言いますが、まだまだ『石油の消費量が伸びている』わけです。ヨーロッパの場合は、『脱炭素という名目の下に産業集積をして、何とかしてスタンダードをつくって覇権を握りたい』という思いがあるのです。ですから、一元

的に見るのではなく表と裏をちゃんと見て、日本もそう言いながらも『アメリカの LNG を安く輸入していく』とかそういうことをバランス良く取っていくということが必要になってくると考えます。

(石田) ありがとうございます。中国は意思決定がものすごく早いし、お金の使い方が尋常でないのです。ですから、私は恐ろしさを感じています。論文を見ても最先端の部分はほとんどできているし、日本からもそうですが、有名な人を引っ張っていますよね。産業界でもあると思います。そういう怖さはすごくあります。

では次の方、お願いします。

(フロア) 質問というよりは、一つ事例として報告だけしておこうと思いました。私はカーボンニュートラルアドバイザーとして中小企業を診断して、経営やコンサルをやっている者です。昨年 11 月 28 日に茨城脱炭素シンポジウムでいろいろな会社の事例を聞いてきました。やはり省エネをしてどれだけコストが安くなったかというメリットをきちっと出しているのです。

企業にとってはこれをやることによって実際にどういうメリットがあるのかということ、こういう会社がどんどんアピールしてもらいたいと思います。別に CO₂ が出ることになるか、ならないかは分かりませんが、私の仕事上そのように感じました。ありがとうございます。

(石田) どうもありがとうございます。申し訳ございません。コーディネーターの不手際で時間をオーバーしてしまいましたので、これにて総合討論を終了させていただいて、事務局の方にマイクをお返しします。皆さんありがとうございました。

(司会) どうもありがとうございます。石田先生をはじめ総合討論に参加していただきました発表者の方、ありがとうございます。席の方にお戻りいただければと思います。

事務局のスケジュール管理もあり、10 分ほど遅れてしまいました。ホームページ上にフォームを設けますので、ご意見・ご質問等があればお送りいただければと思います。また、最初にお伝えしたとおり今日の各先生の発表スライドで公開に問題ないものに関しては後ほどプログラムのところに PDF にしてリンクを張るので、そちらの方からダウンロードをできるような形に必ず対応します。少しお時間を頂くとと思いますが、対応しますのでご確認いただければと思います。

クロージング挨拶

つくば3Eフォーラム会議 議長(筑波大学生命環境系 教授) 内海 真生

発表いただいた小貫様、三石様、森田様、杉本様、岡地様、そして今日のコーディネートをいただいた石田先生にお礼を申し上げたいと思います。ありがとうございました。

こういった形でざくばらんいろいろな方の、本当に本音に近い意見を聞くようなシンポジウムやセミナーはなかなかありません。そういう意味では今回、石田先生を中心に、現状の問題点や、ではどのように行動したらいいか、直接的にはない部分もあるかもしれませんが、結局やれることを地道にやっていくことがすごく大切なのだということ、それから、なんと言ってもパラダイムシフト、考えを変えていかないと現状を打破できないような状況に来ているのではないかということは共有できたと思っています。

もう一つ、今日の発表者の方の話を聞いていて思ったのは、われわれは電力を捨てることはできず、電力をどういうふうにつくって、どういうふうを使うか、大きくつくるのか、小さくつくるのかというところで考え方や生活の仕方が変わってくるのだということです。要素技術はそれなりにあって、使えるものはたくさんあって、それをどう組み合わせるか、あるいは少し改良するかという部分も、実は新しい技術以外にすごく大切だということが分かったということで、私の感想と報告にさせていただければと思います。本日はありがとうございました。

当日の様子



内海つくば3Eフォーラム議長の挨拶



会場の様子



石田氏の概要説明



小貫氏の講演



三石氏の事例発表



森田氏の事例発表



杉本氏の事例発表



岡地氏の事例発表

つくば3Eフォーラム会議開催記録・テーマの一覧

第1回 平成19年12月@大学会館

3Eフォーラム(3EF)会議のキックオフ会合、地球規模の環境問題の解決に向けて、筑波研究学園都市の各参画機関が共通理解を深める場として全体的なテーマによる会合を開催した。

第2回 平成20年5月@大学会館

新しく立ち上げた新エネルギー(燃料電池、太陽電池)、バイオマス利活用、都市システムのタスクフォース(TF)からの発表や世界の環境先進都市を招待した国際セッションを設け、市民の参加を呼びかけ、全体的な会合として開催した。

第3回 平成21年8月 @つくば国際会議場

同年3月に策定された「つくば市環境スタイル行動計画」に基づいて関係者で議論を深めるとともに、バイオマスTFの活動である「藻類オイルの生産」にテーマを設定して開催した。

第4回 平成22年12月 @大学会館

これまでの3年間の3EFの活動を振り返るとともに、テーマを絞るかたちで、都市構造・交通、太陽エネルギー、バイオマス、エネルギーシステム・評価の各TFからの活動報告を中心に開催した。

第5回 平成23年11月 @つくばカピオ

東日本大震災の年。科学・環境フェスと同時開催し、各TFからの活動報告や環境に特化せず未来に寄与するつくばの研究開発を紹介した。「3EFコンセプトの市民への普及」を意図して開催し、3EF活動の一つの転機として位置付けられる。

第6回 平成24年12月 @つくば国際会議場

「これからの環境都市を考える」をテーマとして設定し、各TFからの発表とともに、環境問題に取り組む先進自治体を招待し、「つくば市」における取組の参考事例の紹介を兼ねて開催した。

第7回 平成26年1月 @つくば市役所

「グリーン・イノベーションを考える～地域力を活かした産業創生～」のテーマで、特徴的な取組を行う地方自治体や経営者を招待した。つくば市役所で初開催し、市民参加数の増加を実現した。

第8回 平成27年1月 @つくば市役所

「水素社会の実現に向けて」をテーマとし、次世代エネルギーとして話題性のある「水素」に狙いを絞って開催した。また、トヨタや日産の協力により燃料電池車(FCV)の同乗体験の実施など、水素を身近に感じてもらう企画を実施した。

第9回 平成28年1月 @つくば市役所

『これからの「交通まちづくり」を考える』をテーマとし、環境を広い意味でとらえ、環境に優しく、暮らしやすいまちとは何か、真の意味の地方創生とは何か、持続可能なまちづくりに焦点を当てた。

第10回 平成29年1月 @つくば市役所

「地域を元気にして地球温暖化対策に貢献する経済活動」をテーマとし、これまで取り上げてこなかった経済(economy)を会議の中心に据え、地域を元気にしながら温暖化対策に貢献できる経済活動を実践している事例を紹介した。

第11回 平成30年1月 @つくば市役所

「環境変動の現状をあらためて確認する」をテーマとし、現在の天気や水といった地球環境についての具体的事例の紹介及びパネルディスカッションにより参加者と認識を共有した。

第12回 平成31年1月 @つくば市役所

「SDGsの中の3E」をテーマとし、国連が採択した「持続可能な開発目標」達成のために、市民の一人として何ができるのか基調講演やパネルディスカッションを通して考える機会となった。

第13回 令和2年1月 @つくば市役所

「廃プラスチック これからどうする？」をテーマとし、プラスチックゴミ問題の現状を把握し、持続可能な社会を維持していくために何ができるのか基調講演やパネルディスカッションを通して考える機会となった。

第14回 令和4年1月 @オンライン

「つくば3Eフォーラムのこれまでとこれから」をテーマとし、つくば3Eフォーラムのこれまでの活動と今後の方向性について報告した。

第15回 令和5年1月 @総合研究棟A、オンライン

「2050年カーボンニュートラルを考える」をテーマとし、脱炭素先行地域に選定された自治体の事例紹介及びパネルディスカッションにより地域の特性を活かした脱炭素実現について参加者とともに考える機会となった。

第16回 令和5年10月 @大学会館

「2050年の生活と社会を考える」をテーマとし、2050年カーボンニュートラル実現に向けた企業や大学の取り組みを紹介するとともに、今後の実現すべき未来について参加者とともに考える機会となった。(創基151年筑波大学開学50周年記念事業として開催)

発行元

**つくば3Eフォーラム事務局
筑波大学内**

〒305-8577 茨城県つくば市天王台1丁目1-1
<https://eeeforum.sec.tsukuba.ac.jp/>