

## シンビオ社会研究会令和4年度第2回シンビオ講演会報告

吉川暹<sup>1</sup>、八尾健<sup>1</sup>、石原慶一<sup>1</sup>、堀池 寛<sup>1</sup>、山下紀明<sup>2</sup>、森下和功<sup>1</sup>、吉川榮和<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>シンビオ社会研究会 <sup>2</sup>環境エネルギー政策研究所)

「カーボンニュートラルに向けての先端エネルギー科学のパブリックアウトリーチ活動」を主旨として令和3年度に引き続き、京都大学エネルギー理工学研究所ゼロエミッション研究拠点の令和4年度共同研究（課題番号ZE2022D-03，研究代表者：吉川榮和、世話人：森下和功）による研究集会を、5月11日開催の令和4年度第1回シンビオ講演会に引き続き、9月30日に第2回シンビオ講演会を開催した。第2回講演会では世界と日本のカーボンニュートラル50に関する基調講演と我が国の今後のエネルギー基本計画の在り方を考える総合討論を行った。

主催：NPO法人シンビオ社会研究会

共催：京都大学エネルギー理工学研究所ゼロエミッション研究拠点

日時：令和4(2022)年9月30日(金) 14:30～17:35(14:15会場受付の開始とZOOM開設)

会場：京都大学宇治キャンパス遠隔会議室（宇治キャンパス総合研究実験棟HW401

及びオンライン会議

### 今回の講演会の趣旨と結果の概要

最近毎年異常気象による災害の頻発のみならず、長期化するコロナ感染やロシアのウクライナ侵略の長期化に伴う世界的なエネルギー資源問題や経済状況の流動化を鑑みると、わが国ではもう今冬の電力需給の逼迫事態に始まり、第6次エネルギー基本計画案そのものの実効性が問題視されている。基調講演では石原教授による世界的な視点でのCN実現への課題を展望する。総合討論では、石原教授による基調講演に引き続き、わが国の今後のエネルギー政策の現実的な実現性を深く掘り下げ、理解を深めるべく、識者による話題提供ののち、フロアを交えた総合討論を行う。

今回の講演会も、前回講演会と同様にいまだ継続するコロナ感染事態に鑑み、会場への参加者数を限定してZOOMによるオンライン参加を主体とする方式の講演会であり、会場参加19名、WEB参加31名で合計50名（女性は2名、20代および30代は5名）の参加があった。講演会は八尾健副会長を総合司会に、吉川榮和会長による開会の辞、石原慶一理事の基調講演、森下和功理事のコーディネータと司会による総合討論、吉川暹理事による今後の方向を展望する閉会の辞に続き、研究代表者の感想で締めくくった。

### 各講演の要旨及び質疑応答

#### ●開会の辞

14:30～14:35 吉川榮和シンビオ社会研究会会長

シンビオ社会研究会会長吉川です。本日はご多忙中を講演会に参加いただきましてありがとうございます。当会は京大エネルギー理工学研究所ゼロエミッション研究拠点との共同開催で毎年

講演会を実施していますが、今年は「先端エネルギー科学の大学研究者のパブリックアウトリーチ活動」を趣旨とし、5月11日に開催した第2回目の講演会に引き続く、2回目の講演会のもので、プログラムの案内にありますように、「2050年カーボンニュートラル実現にむけた課題」に関する基調講演の後、「我が国の今後のエネルギー基本計画の在り方を考える」総合討論で構成しています。

今回の企画に当たっては、吉川暹先生を中心に八尾健先生、石原慶一先生、堀池寛先生、吉田民也さんにお骨折り頂きましたが、あいにくのコロナ感染が関係者にも影響してプログラムの確定が遅れ、皆様への案内が大変遅れましたことをお詫びいたします。それにも関わらず53名のかたに申し込みいただきましたこと厚く御礼申し上げます。今回は特に東京のNPO法人環境エネルギー政策研究所の山下理事さんに、我が国での再生可能エネルギー普及の最前線の取り組みを紹介いただきます。それでは皆様どうかよろしく願いいたします。

### ●基調講演

14:35～15:35 司会：吉川 暹 理事

#### 講演題目：「2050年カーボンニュートラル実現に向けた課題」

講師：石原 慶一 氏(京都大学大学院エネルギー科学研究科 教授)

略歴：1957年京都市生まれ。1981年京都大学工学部金属加工学科卒業、修士課程、博士課程修了、1986年同助手として着任。1996年エネルギー科学研究科に移籍、2002年より京都大学エネルギー科学研究科教授。2008-2013年GCOE「地球温暖化時代のエネルギー科学」においてエネルギーシナリオチームのリーダーとしてゼロエミッション研究に従事。



要旨：2021年、菅首相は2050年までにCO<sub>2</sub>排出を実質ゼロにする新たな目標を掲げたが、その詳細は不明である。一方、我々は2013年に2100年までにCO<sub>2</sub>排出をゼロにするシナリオを発表した。そのシナリオでは2050年から2100年にかけての人口減少に伴う需要減少がCO<sub>2</sub>排出削減の重要な要因であった。また、低炭素化が進んでいる九州（日本全体の10%規模）において太陽光発電のさらなる導入の影響を調査した。本講演では、これらの結果に基づき、2050年のカーボンニュートラル目標達成の課題について議論する。

#### 講演のまとめ：

世界のCN50の動向の中で我が国政府のCN50への政策とその背景、実現性の考察に始まり、講師が中心となってエネルギー科学研究科で主導してきたCNに関わるCOE研究の経過と結果、それをもとにした日本の今後のCN50達成への予想について、多岐にわたる基調講演であった。その講演の流れに沿って、①我が国政府による2050年カーボンニュートラル宣言の内容、②京大エネルギー科学研究科によるエネルギーシナリオ研究、③九州地区の電力需給分析研究、④我が国の2050年カーボンニュートラルのグロス分析、の4つの項目のそれぞれの要点を箇条書きにしてまとめる。

① 我が国政府による 2050 年カーボンニュートラル宣言の内容

2015 年パリ宣言以来、日本を含めて世界の多くの国が 2050 年に CN 達成の声明を出している。世界では既に CN50 を達成している国もあるが、中国、インド、シンガポールのように 50 年以降に CN 達成を目標にしている国もある。そこで日本政府はどのように CN50 を達成しようとしているのかその要点は以下の如し。

★日本政府が菅政権時に公表の 2050 年カーボンニュートラル実現の道は、2019 年全温暖化ガス 10.3 億トン、2030 年には 2013 年比で 46%減、2050 年に温暖化ガスの排出と“吸収”（植林や DACCS などの炭酸ガス除去）で実質ゼロとするというものである。

★2019 年全温暖化ガスは、民生 1.1 億トン、産業 2.8 億トン、運輸 2.8 億トンの非電力利用と電力 4.4 億トンの総和である。2030 年の 46%減の達成計画（計画は後述）が比較的詳細であるが、2050 年実質ゼロ排出については 非電力部門は電化、水素、合成燃料・メタネーション、バイオマス、電力部門は脱炭素電源、非電力と電力部門で排出ガスをゼロにできない残余は植林、DACCS 等で炭素除去としても具体的な数値目標が設定されていない。

★日本の NDC（国が決定する貢献）では 2013 年に比し、2030 年目標を温室効果ガス排出量・吸収量を 46%減、エネルギー起源炭酸ガスを 45%減とし、部門別の削減目標では家庭部門は 66%減と最も厳しい。

★発電電力量・電源構成を 2030 年度目標に照らして 2020 年の目標達成率を示すと、下表のようになり、とくに原子力と風力は拡大すべき。

種 類		目標比率	2020 年比率	非達成度 (1 以下は目標オーバで減らすべきもの)
化石燃料	石油等	2	6.3	0.3
	石炭	19	31.0	0.57
	LNG	20	39.0	0.48
原子力		20-22	3.9	5.05
再生可能エネルギー	太陽光	14-16	7.9	1.73
	風力	5	0.9	5.67
	地熱	1	0.3	3.67
	水力	1.1	7.8	1.24
	バイオマス	5	2.9	1.61
水素・アンモニア		1	—	—

★今年 8 月 24 日岸田政権は、電力需給ひっ迫が足元の危機として今冬のみならずここ数年あらゆる政策を総動員して不測の事態に備えるべき、とくに原発は再稼働済みだけでなく設置許可済み原発も再稼働に向けて国が前面に立って対応すると声明している。

## ② 京大エネルギー科学研究科によるエネルギーシナリオ研究

講師がエネ科 21 世紀 COE プログラム後半に着手し、その後 GCOE プログラムに発展したゼロカーボンエネルギーシナリオ研究の成果が紹介された。その主なポイントは以下の如し。

★講師らが提唱した統合シナリオ解析 (GIESAM) の特徴として、①一般にはコスト最小解を求めるのに対し、技術・投資制約下に CO<sub>2</sub> 排出量最小解を求める、②1 時間ごとの電力需給量バランスをはかることを挙げた。

★当初は 2030 年の CO<sub>2</sub> 排出量を 2004 年比 50%減のエネルギー需給シナリオを求めた。その結果は、福島事故後の現在の日本のエネ基で NDC が 2030 年 46%減にしているのと似た結果となった。

★その後 2100 年に世界の CO<sub>2</sub> 排出量ゼロのシナリオ策定に目標を大きくして取り組んだ。日本については 2100 年に日本の人口が半減するのを前提にすると 2100 年 CO<sub>2</sub> 排出量ゼロを達成するシナリオは導出できた。そのための投資は毎年 5,6 兆で総額は約 560 兆円の投資額。このシナリオは今後電化率が上がるので原子力を増やさないと成立しない (原子力を最大 50GW のシナリオ) ものだったが、福島事故後民主党政権の方針が脱原発に替わったため歓迎されなかった。

★この 2100 年排出量ゼロのシナリオ研究の結果では 2050 年は 2010 年比で 3 分の 2 の削減であり、2050 年ゼロエミッションの達成は難しい。

## ③ 九州地区の電力需給分析研究

今後の日本の電力需給を分析するために九州地区を選択した理由を述べたのちに 2021 年の九州電力の実績データを示して大規模に太陽光を導入する上で生じる出力抑制の問題を論じた。主なポイントは以下の如し。

★九州地区は人口、エネルギー需要は日本全体の約 10%で太陽光の導入が最も進み 36%の原子力を含めると非炭素電源が 6 割となっていて日本の 2030 年の姿を先取りする地域で、日本の将来を分析するのに適している。

★原子力 36%、火力 36%の九州電力の 2021 年の月間電力供給曲線を見ると 5 月が最も電力消費量が少ないこと、夏冬にピークがあること。

★ゴールデンウィーク中の 5 月 3 日の日間データを見ると日中の太陽光発電が余剰となり出力抑制し、太陽光で揚水ポンプを動かして電力貯蔵している。

★冬場の正月 1 月 7 日のデータを見ると日中の太陽光発電量が少なく、電力需要は火力で主に賄っている。つまり火力は年間全体では運転しなくても冬場の需要ピークに対応できるだけの容量が必要なことを示す。

★さらに発電容量・需要量対太陽光導入量の曲線を示して太陽光導入量が現状の 10GW を越えて大きくなればなるほど、太陽光の出力を抑制すべき量が大きくなることから、揚水発電以外の出力抑制手段として電気自動車と蓄電池でどれだけカバーできるかを検討した。結果として 30GW の太陽光導入では 50%が出力抑制されること、これを電気自動車と蓄電池の導入で出力抑制量を 5%まで減らせるが、蓄電池では季節変動を吸収できない。

#### ④ 我が国の 2050 年カーボンニュートラルのグロス分析

講師は 2013 年以降 2050 年のカーボンニュートラルを対象にモデルを改良して計算をしているがまだ結果はでていないのでその前段として行っているグロス分析の結果を紹介した。

その主なポイントは以下の如し。

★CO<sub>2</sub>排出量を 90%カバーする 8 業種が 2050 年にカーボンニュートラルとなることを検討対象とする。これらはナフサ、窯業、住居、運輸、自動車、鉄鋼、化学、電力である。

★これらの業種別に現在のエネルギー需要量ないし CO<sub>2</sub> 排出量をすべて水素ないし電力により CO<sub>2</sub>を排出しない技術に転換すると仮定し、それによって必要となる水素ないし電力量を求める。このようにして講師が概算した必要水素量 33.7-45.6Mt を、政府予想値 20Mt や松尾らの予測値 (IJJE) 22-40Mt と比較して妥当と評価。

★電力部門については EV、家庭部門、人口減少、効率化、産業部門の需要量の変化を想定し、原子力、風力・太陽光、水素の 3 種の組み合わせでどのように需要量を賄うのかという問題に帰着

★2021 年の 8 部門の年間エネルギー需要の季節変動は水素火力で調整するとして検討

★2050 年カーボンニュートラル実現に世界中に水素取引ネットワークが形成されると予測してそのイメージを提起

★以上をまとめ、日本の 2050 年カーボンニュートラルを実現するため、①毎年 20 兆円、28 年間で計 560 兆円の投資が必要、②再エネ、原子力を最大限導入しても水素由来の燃料の輸入利用が必要（水素換算で 33.7-45.6Mt）、③国内の水素インフラ整備に加えて国外に水素の安定供給先を確保する必要がある、④鉄鋼、化学、セメント産業の脱炭素化は未解決課題である。

講師は、最後に資料には記載していないが折角 2050 年にカーボンニュートラルを日本で達成しても 2100 年に向けて人口が減少していく中で 2050 年以降どうして投資を回収していけるのか問題視しているとのコメントで講演を締めくくった。

【発表 PPT】 [こちら](#)

#### 質疑応答：

##### A - 水素製鉄について

Q：鉄鋼は純粋の鉄ではなく、炭素との固溶体で、炭素の存在が鉄鋼の物性に重要な役割を果たしているものであり、水素製鉄の場合どこかで炭素を入れる必要が出てくる。新たな工程が加わるのではないか。

A：鋼鉄の中の炭素量は、0.数%程度と少なく、既存の廃鉄鋼を混合して溶融すれば達成できると考える。鉄鋼にするための水素還元の際には 3 つの方法があるが、もともと CO<sub>2</sub> 排出量は多くなく問題にならない。

Q：化学平衡のためには水素を過剰にしないといけないのにそれで還元できるのか？

A：直接還元は 80 年代に実現化されている。

Q：技術は実証できてもその技術による生産はコスト的に成り立つのか？

A：コスト高は考えていない。

Q：コスト的に高ければ国際競争力で負けてしまうことにならないか？

A：水素還元した鉄鋼しか国際的に交易させないという話がある。鉄鋼連盟では確か今の 3 倍くらいコストアップという話もきく。

#### B－アンモニア製造について

Q：水素からアンモニアを作るのは今のやり方のハーバー法なら温度を下げるため水素と窒素が過剰に必要で装置のサイズも大きくなるのか？

A：ハーバー法の設備は今でもそれほど大きくならない。

Q：水素システムで使うとなると、大きなものになるのではないか。

A：確かにその場合は大きなものになる。なおエネルギーキャリアとしてすべてをNH<sub>3</sub>にするのは難しいと思っている。今は、アンモニアは石炭との混焼を考えており、2050 年段階ではメタンとの混焼などがある。

#### C－水素タービンについて

Q：水素は燃焼速度が早いので、タービンに効率よく力を伝えるのがむつかしいのではないか。

A：それほど問題でないと聞いている。当面の天然ガスとの混焼なら問題でないが、水素ガス 100% になれば話は別である。

Q：科学の知識は既に大量に集積されているのに、それを考慮することなく、未来の技術を描くことに危うさを感じる。熱力学や反応速度論の素晴らしい理論がある。それを考慮してプロセスの検討をすべきでないか？

A：私はまずエンタルピー的に成り立つかが大事だと、トップダウンに成立性を調べているが、方法論としてはおっしゃるようなボトムアップの検討との調和が必要である。

#### D－水素の交易

Q：東南アジアのASEANが将来水素ハブになるとのことだが、資源はどこからくるのか？

A：もともとは豪州からアセアンに入ってきてそれから日本へということだ。

#### E－海洋エネルギー

Q：海洋エネルギーは再生可能エネルギーの 1 割くらいはあると言われるがなぜ日本では入れないのか？

A：洋上風力は入っているがその他波力などは資源がない。

#### F－シナリオの状況依存

Q：シナリオは状況によって変わってくると思うがロシアのウクライナ侵略問題をもとにロシアとの天然ガスの供給はどうなるのか？

A：70 年代の石油ショック後のように天然ガス確保は今後困難になってくる。これまでのような生活水準の維持についても状況は変わってくることも加味したシナリオを考えることは大きな将来課題である。



総合討論

15:45~17.30 司会及びモデレータ 森下和功理事 (京都大学准教授)

『我が国の今後のエネルギー基本計画の在り方を考える』

話題提供① 「再エネの主力電源化に貢献する原子力の持続的活用」

講師：堀池 寛 氏 (大阪大学名誉教授)

略歴：1949 年奈良県生まれ。大阪大学工学部原子力工学科卒業、同大学院修士課程終了、同大学院博士課程単位取得退学、工学博士。日本原子力研究所、大阪大学助教授、大阪大学大学院教授、福井工業大学教授、を経て生産技術振興協会理事長、日本保全学会西日本支部長、元日本原子力学会会長



要旨：エネルギー安保と脱炭素のため再生エネルギーを主力電源とするには、脱炭素電源である原子力の負荷追従運転により再エネの大きい出力変動の谷を埋めることが必要である。再エネと原子力が協調した中広域の送電網を形成し、効率的設備利用と安定供給を図る。原子力を安定な脱炭素電源として長期運用、運転中保全、増出力運転等の施策を進めて効率的に活用する。核燃料の安定確保と次世代炉の開発や核燃料サイクルとバックエンドの早期確率を図り、再エネに合わせて原子力を増強することで長期に安定したエネルギー資源が確保できる。

講演のまとめ：

日本保全学会は、昨年度政府が発表したエネルギー基本計画第 6 次素案の問題点を、原子力施設の安全性向上とエネルギー問題の観点から昨年度に提言したが、今年度は 2 月から新たに出来のロシアのウクライナ侵略が継続するという想定外の事態など現下の情勢を加味して昨年度提言のうち原子力の持続的活用を中心にエネルギー問題への具体化を計った提言をまとめ、9 月 15 日に資源エネルギー庁に提出した。今年 7 月中旬開催の日本保全学会学術講演会で提言セッションを企画した講師の堀池寛氏は、今回の提言に至るには学会での企画段階から 10 名余の専門家による学会企画セッションでの講演とパネルディスカッションを経て公表に至るまで 6 か月に渡る検討を要した提言の要点について、大略以下の発表があった。

1. 将来のエネルギー確保に向けた取り組みの強化では、再生可能エネルギーの主力電源化で不可避な変動性を補償する低炭素バックアップ電源として必要規模の原発活用により、エネルギーの安定供給と安全保障に繋がり、国民負担を軽減する電源ベストミックス達成に繋がる。そのような最適電源構成には適切な送配電系統の設計開発整備が求められる。
2. 現在の原発再稼働の状況では 2030 年以降次々と運転寿命の 40 年に達して廃炉が相次ぎ、再生可能エネルギーの主力電源化を原発で補完しようにもその目的が達成できない。そのためには①現状の原発の全機再稼働と新增設、②供用期間の延伸、③既設原発の利用率向上、④次世代炉開発の着手が必要である。
3. 現下のロシアのウクライナ侵略がもたらした問題として、カザフスタンに依存するウラン資源の調達をカナダや豪州からの調達で代替することや海上輸送体制の再構築が必要となってくる。

4. 再生可能エネルギーの主力電源化では天候次第で出力変動するので負荷変化に対応するバックアップのための火力やアンモニア・水素、蓄電池・EV の高コスト性と比較すると原子力の負荷変化追従機能を活かす方が有利である。

5. 原子力を長期的に活用するために核燃料サイクルの完成と廃棄物処分の確立が求められるが、今世紀後半に予想される世界のウラン調達競争の激化に備え高速炉の実用化が必要であり、日米協力による高速実証炉の早期国内建設が求められる。

【発表 PPT】 [こちら](#)

### 質疑応答：

Q1：先生のお話では再エネのバックアップに原子力を、ということであったが、バックアップに原子力を使うのであれば、むしろその分再エネを減らした方がよいのでは？

A1：原子力へのアレルギーとのバランスでそういう言い方になっている。エネルギー基本計画策定のベースになっている東大藤井先生や RITE、日本エネルギー経済研などのシナリオ解析の前提でもそのような制約でシミュレーションしている。

### 話題提供② 再生可能エネルギーの課題

講師：山下 紀明 氏（特定非営利活動法人環境エネルギー政策研究所主任研究員（理事））

略歴：1980 年大阪府生まれ。京都大学工学部物理工学科卒業、京都大学大学院地球環境学舎環境マネジメント専攻修士課程修了、独ベルリン自由大学大学院政治経済学研究科博士課程中退、環境マネジメント修士。2005 年から特定非営利活動法人環境エネルギー政策研究所にて、地域エネルギー政策を推進。京都大学非常勤講師、武蔵野大学非常勤講師。現在は名古屋大学大学院環境学研究科社会環境学専攻博士課程に所属



要旨：世界では脱炭素に向けて再生可能エネルギー（RE）、特に太陽光発電と風力発電の拡大が進んでおり、RE100 など需要側まで含めた取組が進んでいる。日本では第 6 次エネルギー基本計画により 2030 年に電力の 36～38% を RE が担う見通しが掲げられている。一方で制度・経済・技術面の課題に加え、地域トラブルの発生や社会的受容性の低下、地方自治体での規制条例の増加など社会的な課題も顕在化している。この乖離を埋めるためには、制度による事業規律の強化やゾーニングとともに、地域にコベネフィットをもたらす RE 事業スキームの開発が必要となる。

【発表 PPT】 [こちら](#)

### 講演のまとめ：

講師は、実際に再生可能エネルギーの拡大普及を推進する NPO 法人での経験をもとに、①世界と日本での再エネの潮流、②日本での太陽光発電急拡大の副作用の状況から、③それを制度、社会的仕組み、事業スキームから変えようとする取り組みを紹介した。以下、①、②、③について主な事項を箇条書きで要約する。

①世界と日本での再エネの潮流



★世界の電源設備容量 (GW 単位) の太陽光(930)、風力(840)の 2010 年代からの急激な伸びを 90 年代以来飽和する原発(390)と対比

★日本での自然エネルギー発電量割合を 2013 年、2020 年の実績、2030 年、2050 年のエネ基計画値を原子力、化石、CCUS/カーボンリサイクル、水素・アンモニアと対比

★日本で 2018 年 5 月 20 日の午前 10 時台に四国地域で初めて再エネ供給が需要を上回ったことや九州地区では太陽光の出力抑制が行われたこと

★分散型エネルギーモデルの構成や VPP、東京や京都のゼロカーボン分散型エネルギーシステム構想の紹介

②日本での太陽光発電急拡大の副作用

★再エネの地域トラブル有無に関する市町村アンケート調査 (2017 年のトラブル在り 25%が 2020 年は 34%に増加) に見るトラブルの内容 (景観、敷地内雑草管理、土砂災害)

★新聞報道記事をもとにした太陽光発電の地域トラブルの地域別、事業規模別分析。トラブルの要因では自然災害、景観、生活環境、自然保護が大である

★自治体の太陽光発電の規制の実態の調査 (調和・規制条例 145 件、届け出条例 30 件)

講師は、国の高い太陽光発電の目標値に対し、地域トラブルや規制条例の増加から地域の拒否反応があるとして、Wüsterhagen の社会的受容に関する 3 要素モデル (社会・政策的、コミュニティ的、市場経済的) のうち、コミュニティ的受容が低下しているとして、社会的、制度的な解決法が課題として、講演は次のテーマ③に進んだ。

③制度、社会的仕組み、事業スキームの検討

★地域間連系線の強化と広域での系統増強

★現状の顕在化している大規模トラブル事案、潜在的なトラブル事案、制度的課題、社会的合意の不在のそれぞれに具体的な対応案を例示して、地域主導型協働事業等の拡大、広く受容される再エネ事業を促す現実的な支援制度と幅の広い社会的合意を目指すべきと提言

★太陽光の地域トラブルへの国の対応策の例示として、FIT の改善、環境影響評価その他の制度の導入。

★2025 年までに少なくとも 100 か所で地域脱炭素先行地域を作るべく政策を総動員してこれを起爆薬に全国に脱炭素ドミノ現象を起こすべし。

★地域での PV 義務化条例や、ISEP が取り組んできた放射能汚染の富岡での実例やドイツでの例を示して、地域おこし、市民参加の自治体には温暖化防止環境対策だけでなく、コベネフィットをもたらす政策の必要性を強調

#### 質疑応答：

Q：戸建て住宅の屋根に太陽電池パネルを置くとして個人の費用は回収できるのか？

A：東京都で、戸建て 6kw のパネルで 100 万円台の回収に 7-10 年かかる。今は電気の買い取り価格が下がっているので自分で使った方がよい。最近では初期投資不要のリースがあり、業務用に VPP のモデルも出てきている。風力の場合、2MW以上など出力が大きいものばかりで事業用である。

Q：電気自動車への蓄電はペイするのか？

A：太陽電池の普及でむしろ昼間に電気が余っているのでこれの吸収が問題で、自動車の電池に電

気を貯めるという話がでてくる。

Q：ヤマト運輸の電気自動車は夜に充電しているのか？

A：昼に走っているものには蓄電できない。海外のある会社では、通勤時会社へ電気自動車に来て昼間は駐車場に置きっぱなしとし、自動車のバッテリーから充放電することを勧めている取り組みもある。

C：EVで充放電するシステムは、車を日常70-80%は使っていないとの前提による。電池は充放電を繰り返すと劣化するので、充電したままにしておく方が長持ちする。それを止まっている間に勝手に充放電を繰り返されているのは、電池が劣化し使用期間を短くしてしまう。EVの所有者は、個人的には、グリッドへの接続は避けてほしいと思うのではないだろうか。さらに付け加えれば電池の新規開発の議論ばかりがされているが、資源量の話がないのはおかしい。例えばリチウムでは、地球の資源量から見れば、リチウム電池として、とても必要な電気量が賅えない。新しい素材の開発ばかり注力しているが必要な量の製品を作るだけ十分な資源量があるかどうかを考えるほうが先決だと思う。

### コーディネータによる各講演のまとめと討論

コーディネータの森下氏は、本来ここで講演をいただいた御三方にパネリストとなってもらう総合討論を先導してもらう予定だったが、残りの時間から見てその余裕がないのでコーディネータの私がまず御三方の講演をそれぞれおさらいした上で、私の方からそれぞれの方に質問をするので講師の皆さんがそれに答える形で議論を広げてもらいたいと前置きの後、それぞれの講師に質問を投げかけた。以下にその後の討論を要約する。

#### 1. 石原先生の講演に対する問題提起

「石原先生は、もとは2100年カーボンニュートラル達成という目標で研究を開始されて今後の人口減少を前提にその達成が可能なシナリオを出された。だがカーボンニュートラルが2050年に目標が早められるとその達成が大変と考えていないか？石原先生の率直な見解をお聞きしたい」

●石原先生：私の検討範囲では2050年達成は非常に難しいと私は考えている。今から水素資源の調達に注力しないと対応できない。

●八尾先生：石原先生の計算は原発20基を前提とした場合であり、堀池先生の提言のように原発を60基となると話は違ってくる。

●石原先生：原発の稼働は福島事故以前でも50基程度であり、原発が50基、60基も稼働となると社会的受容の面で難しそう。私の国外からの水素調達でもそうだが他人を犠牲にしてまで自給率を上げるということと社会的受容性とは分けて考えないといけない。

#### 2. 堀池先生の講演に対する問題提起

「保全学会の3つの提言で出されている原発のリプレイスは報道で見ると現実的だが、私の昔からの常識から言えば原発は負荷追従運転すべきものではなかった。八尾先生は、再生可能エネルギーの変動性に合わせて原発が負荷追従運転する位なら再エネを減らしたらどうか、と提案された。現実論として原発の負荷追従運転は原発の効率を下げるから避けるという常識が、再生可能エネルギーの変動性を火力で補てんすると炭酸ガス放出に繋がるから原発による負荷追従で炭

酸ガス排出を避けるというようになった、ということか？」

●堀池先生：はい、昔は電気代が高くなるのは避けるということから原発の出力を負荷に合わせて下げるのはとんでもないという考えだったが、今は炭酸ガスを排出しない再生可能エネルギーを優先し、その時間的な変動性をカバーするために炭酸ガスを排出する火力を使うくらいなら原発の出力運転を変動させてカバーしたほうが良いということだ。

### 3. 山下氏の講演に対する問題提起

「山下さんの講演では再生可能エネルギーの社会的普及にはいろいろ課題があることを示されたが、社会的受容性という点で、原発と再生可能エネルギーの双方は同じものなのか？」

●山下さん：原発と再エネとでは規模感が違う。そのため自分たちで事業ができるかどうか最も違うと思う。他方、地域にメリットをもたらさずリスクをもたらす事業に対して NIMBY という反応はある意味では当たり前だろう。地域のメリットがあるといってもおこぼれをもらうというのと自分でやれるというのでは違う。今のように科学的ではない情報が多くなって混乱しているという点は共通している。

●八尾先生：原子力教育で国民の理解を上げれば社会的受容性が高まるというが、これはあまりにも直線的な考え方であり、むしろ別のやり方で考えるべきだ。理系の人に興味を持って、文系の人には興味を持たず、いくら説明しても浸透しない。これは個性の問題であり、文系の人に興味を持つようなこと、例えば伝記などで人としての科学者に触れることにより、その人物像から原子力や放射能に興味を持って考えようとするように方向づける活動をやってみようと思っている。

●堀池先生：これからシンビオで行おうとしているそのようなアクティブラーニング活動に期待したい。

### 閉会の辞

17:30～17:35 吉川 暹 理事

本日の講演会はこれにて終了しました。熱心に講演いただき、質疑討論頂きまして有意義な時間となりました。

本日の私の全体的印象としてはカーボンニュートラルにはトップダウンとボトムアップのアプローチに分かれると思いました。我が国では最初に菅首相の時にトップダウンで 2050 カーボンニュートラル達成を約束して議論が始まりましたがこれが果たして妥当かどうかは検証の必要があると思いました。というのは以前の FIT 導入時を考えますと、確かにこれのおかげで PV を中心に再生可能エネルギーが飛躍的に増加しました。しかしこれが正しかったのかといえば、PV 事業は拡大したといっても栄えているのは海外の方ばかりで日本の PV 産業は廃れてしまいました。カーボンニュートラルについてもきっと産業界がその影響を受けるだろうから、行政の方向からの提言が非常に重要になってくると思えます。

当会においてもこれからもこういう見方からカーボンニュートラルの問題を考える講演会を続けていくべきと考えておりますので、今後とも積極的にご参加くださることを期待しています。ありがとうございました。

## 結 語

「カーボンニュートラルに向けての先端エネルギー科学のパブリックアウトリーチ活動」を主旨として令和3年度に引き続き、京都大学エネルギー理工学研究所ゼロエミッション研究拠点との共催で、令和4年度は5月11日の実施の第1回講演会に引き続き9月30日に第2回講演会を実施できました。双方を通じ、講演いただいた講師の方々、また熱心に質疑応答や討論に参加いただきました参加者の皆様、大変ありがとうございました。

今回の講演会では、カーボンニュートラル50に向けての我が国の取り組みに対して、近年目立つようになった毎年の激甚気象のもたらす影響ばかりでなく、今年2月より勃発しまだ帰趨が見えていないロシアのウクライナ攻撃という事態を受けてエネルギー資源を海外に依存している我が国にとって今年の冬をどう乗りきるのが大変憂慮されることから、基調講演の講師や総合討論で話題提供いただいた方々の講演と質疑応答が大変現実味と切実感をもって聴講する機会となりました。今回の講演会を企画いただいた吉川 暹先生、総合司会の八尾 健 先生、総合討論司会コーディネータの森下 和功先生には、高所からの質問やコメントで講演会の議論が深まるように導いて頂きました。大変ありがとうございました。

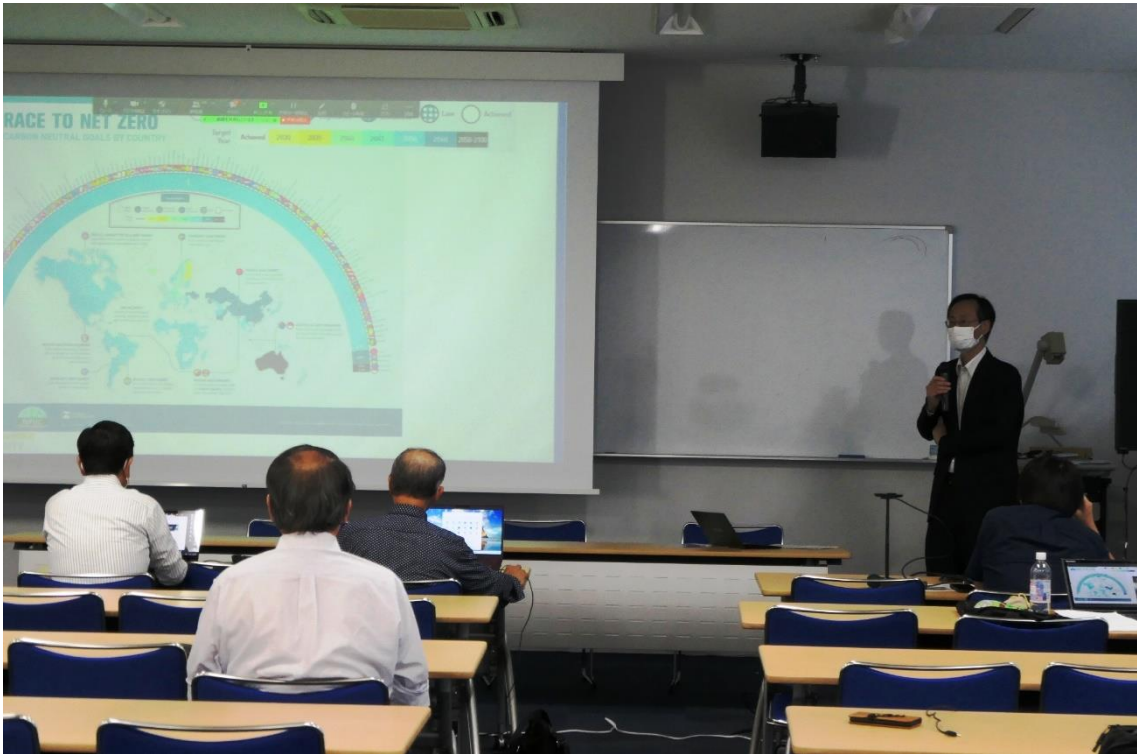
今回の講演会では、概ね次のような問題が指摘されました。

- ①カーボンニュートラルを目指すシナリオ研究においては新しい材料やプロセスを創出し、目標を達成可能なシナリオを提案する上で、どの程度既に蓄積されている科学的知識の存在や地球上の資源の制約を考慮しているのか？そのようなことを考慮しないで恣意的な前提をもとに解析計算が行われているのでないか？
- ②カーボンニュートラルにはトップダウンとボトムアップのアプローチに分かれるが、あとで振り返ればトップダウンで良かったか疑問な事例もある。トップダウンとボトムアップの調和したアプローチが求められる。
- ③我が国のカーボンニュートラル50に向けて、再エネを主力で使うことはどなたも同意していて、そのバックアップをどうするかというところで、原子力、水素、RE100%と意見は違う。この辺をさらに掘り下げた議論が欲しい。
- ④REと原子力が双方ともにエネ基計画の目標どおりに進まない理由に社会的受容性が挙げられるが、双方の社会的受容性が進まないのはそれぞれ別の理由があり、社会的受容性の意味も違う。共通するのは科学知識の社会コミュニケーションで混乱しているところである。

当会としては、「カーボンニュートラルに向けての先端エネルギー科学のパブリックアウトリーチ活動」の更なる取り組みとして、以上のような課題の理解を深めるアプローチとして、アクティブラーニング（主体的で対話的、そして深い学び）を取り入れた方法を検討していく予定で準備中です。皆様方の積極的なご参加ご支援をお願いします。

令和4年10月18日

シンビオ社会研究会会長 吉川榮和

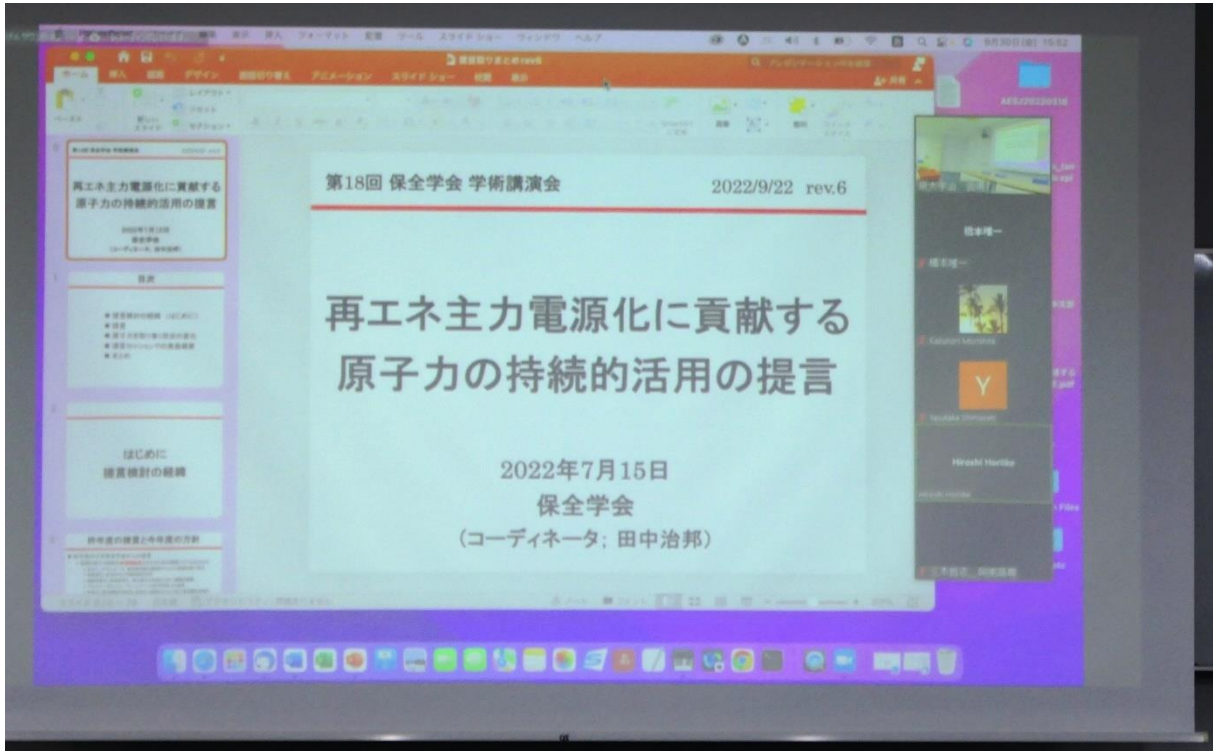


基調講演



総合討論 コーディネータによる問題提起





総合討論 堀池氏による話題提供



総合討論 山下氏による話題提供