

令和4年6月

原子力等エネルギー・資源に関する調査報告

参議院資源エネルギーに関する調査会

目 次

第 1	調査の経過	.....	1
第 2	調査の概要	.....	3
1	参考人からの意見聴取及び主な議論	.....	3
	(1) 資源エネルギー分野のイノベーション (令和4年2月2日)		
	意見の概要		
	国立研究開発法人産業技術総合研究所 ゼロエミッション国際共同研究センター長	吉野 彰 参考人	... 3
	早稲田大学理工学術院教授	関根 泰 参考人	... 7
	特定非営利活動法人気候ネットワーク理事長 弁護士	浅岡 美恵 参考人	... 10
	主な議論	.....	14
	(2) 資源エネルギーの安定供給実現への提言 (令和4年2月16日)		
	意見の概要		
	社会保障経済研究所代表	石川 和男 参考人	... 33
	東京工業大学特任教授		
	北海道大学名誉教授	奈良林 直 参考人	... 37
	特定非営利活動法人環境エネルギー政策研究所所長	飯田 哲也 参考人	... 41
	主な議論	.....	45

(3) ウクライナ侵略の我が国エネルギー環境・政策に与える影響

(令和4年4月6日)

意見の概要

一般財団法人日本エネルギー経済研究所専務理事・首席研究員

小山 堅 参考人 … 58

公益財団法人笹川平和財団主任研究員

畔蒜 泰助 参考人 … 62

立教大学経済学部教授

蓮見 雄 参考人 … 65

主な議論 …………… 69

2 政府に対する質疑 …………… 80

3 委員間の意見交換 …………… 93

第3 提言 …………… 104

第1 調査の経過

参議院資源エネルギーに関する調査会は、原子力等エネルギー・資源に関し、長期的かつ総合的な調査を行うため、第200回国会（臨時会）の令和元年10月4日に設置された。

本調査会における調査テーマについては、理事懇談会等における協議を経て、「資源エネルギーの安定供給」とすることとした。

この調査テーマの下、調査の1年目においては「エネルギーの安定供給」を調査項目として取り上げて調査を行い、令和2年6月10日に中間報告を取りまとめ、議長に提出した。

調査の2年目においては「資源の安定供給等」を調査項目として取り上げて調査を行い、令和3年6月2日に中間報告を取りまとめ、議長に提出した。

調査の最終年に当たる3年目においては「資源エネルギーの持続可能性」を調査項目として取り上げて調査を行うこととした。

第208回国会（常会）においては、令和4年2月2日、資源エネルギー分野のイノベーションについて、参考人国立研究開発法人産業技術総合研究所ゼロエミッション国際共同研究センター長吉野彰君、早稲田大学理工学術院教授関根泰君及び特定非営利活動法人気候ネットワーク理事長・弁護士浅岡美恵君から、2月16日、資源エネルギーの安定供給実現への提言について、参考人社会保障経済研究所代表石川和男君、東京工業大学特任教授・北海道大学名誉教授奈良林直君及び特定非営利活動法人環境エネルギー政策研究所所長飯田哲也君から、4月6日、ウクライナ侵略の我が国エネルギー環境・政策に与える影響について、参考人一般財団法人日本エネルギー経済研究所専務理事・首席研究員小山堅君、公益財団法人笹川平和財団主任研究員畔蒜泰助君及び立教大学経済学部教授蓮見雄君から意見を聴いた後、各参考人に対し質疑を行った。

また令和4年4月20日、この3年間の調査を踏まえ、資源エネルギーをめぐる国際動向、資源エネルギーの持続可能性、ウクライナ侵略の我が国エネルギー環境・政策に与える影響、気候変動対策をめぐる国際動向等について、細田経済産

業副大臣及び大岡環境副大臣から説明を聴いた後、両副大臣及び政府参考人に対し質疑を行った。

これらの調査を踏まえ、令和4年4月20日、報告の取りまとめに向けた委員間の意見交換を行った。委員からは、原子力問題は賛否の軸だけでなく立地地域が直面する問題に寄り添うとの軸を加えて捉える必要性、エネルギー安定供給確保とカーボンニュートラル実現両立のため再エネ主力電源化と日本の技術力発揮を図る必要性、日本のエネルギー政策においてウクライナ情勢を踏まえた脱ロシアの観点での戦略の必要性、環境負荷全体を低減することが重要であり脱炭素化に施策が集中していることの問題性、エネルギー安定供給とカーボンニュートラル両立は国民負担が過大とならない方向性とする必要性、エネルギーの海外依存体質を改め再エネ抜本的拡大によりエネルギー自給率を向上する必要性等について意見が述べられた。

第2 調査の概要

1 参考人からの意見聴取及び主な議論

(1) 資源エネルギー分野のイノベーション（令和4年2月2日）

参考人の意見の概要及び質疑における主な議論は、次のとおりである。

(意見の概要)

国立研究開発法人産業技術総合研究所

ゼロエミッション国際共同研究センター長 吉野 彰 参考人

イノベーションによるカーボンニュートラルの実現について、意見を述べる。

まず、カーボンニュートラルに向けた世界の動向と日本の研究開発について説明する。各国がカーボンニュートラルに向けて一斉に動き出している中で、日本政府は2030年度に2013年度比で温室効果ガスを46%削減し、2050年に実質ゼロにすると世界に宣言した。なお、この実質ゼロにはゼロエミッション技術が含まれている。その後の具体的な動きとして、現在グリーンイノベーション基金（G I 基金）事業が進行しており、18のテーマについて五つのステップで検討を進め、第5段階が終了すると具体的に動き出すことになる。既に八つのテーマが動き出し、さらに四つのテーマも近々動き出すという状況で、非常に積極的に進行している。

次に、カーボンニュートラルに向けた再生可能エネルギー由来の電力（再エネ電力）、すなわち太陽光発電や風力発電等を普及させていくにはどうすればよいかについて説明する。日本は2019年度での電源構成の約7割を化石燃料に依存しているが、2030年度時点で再エネで、35～40%近くを賄う方向性が示されている。

1日の電力需給のバランスを考えると、既に昼間の電力は供給過剰となっていて、今後再エネ電力が増えると更にバランスが崩れてくる。それをいかに平準化していくかが、再エネ電力の主力化に向けた大きな課題となっている。再エネ電力を賄うキーデバイスとして、国立研究開発法人産業技術総合研究所ゼロエミッ

ション国際共同研究センター（G Z R）では、現在、次世代型のペロブスカイト太陽電池の研究開発を進めている。この太陽電池は真空技術ではなく、磁気テープや粘着テープを作っていくような塗工法という新技術を用いるため、大面積化が非常に容易という大きなメリットがあり、基礎研究の段階からここ数年で技術が非常に進歩している。評価パラメーターの一つである変換効率は24%に達し、現在普及しているシリコン系太陽電池とほぼ同じレベルとなっているが、耐久性という大きな課題が残っている。太陽電池は屋外暴露で使用するため、非常に長期の耐久性が要求されるが、そこが達成されていない。

平準化については、日本は非常に狭い島国であり、電力ネットワークには限界があることから、再エネ電力を普及させるためには、蓄電システムが必須になる。EUや米国の場合は、ネットワークが非常に広いため、少々変動しても全体としてある程度バランスを取ることは容易だが、日本の場合はそうはいかない。とはいえ、新たに蓄電システムを作っていくのは、コスト的に非常に厳しい。リチウムイオン電池の全世界の用途別市場予測を見ると、2030年には1,400GWhが電気自動車（EV）のバッテリーとして普及する。これは非常に大規模な蓄電システムがEVの普及という形で自動的に構築されることを意味している。日本での普及がこのうちの10～15%になれば、再エネ電力の導入の大きな障壁となっている平準化の問題を、コストを掛けずに解決することができる。

続いて、再エネキャリアについて説明する。これは、再エネ電力で何らかのエネルギーを二次エネルギーに変換するということで、今後、化石燃料の代わりとして水素、アンモニア、再エネ由来の水素を用いた合成燃料（e-fuel）が検討されており、G I 基金でもこの三つが取り上げられている。将来どれが本命としてカーボンニュートラルにどれだけ貢献できるのかが、一番のポイントとなっている。

G Z R では、水素について、製造、貯蔵、利用技術の研究開発を進めている。また、アンモニアは、まず水の電気分解で水素を作って、それをアンモニアに変換している。これ自体は100年ほど前の技術だが、大規模かつ低コストで実施するには技術革新が必要になり、ここでポイントとなる触媒の問題や、アンモニアの燃焼ガスの問題等の検討を進めている。さらに、e-fuelは、再エネ電力で生み出

した水素とCO₂を反応させて、ガスであるメタンや、メタノール等の新しいグリーンな燃料を生み出す技術である。これも、この反応自体は100年ほど前の化学だが、現時点でそれを見直したときに、様々な技術革新が必要になる。この場合もポイントは触媒であり、現在、新しい触媒の開発を含めて研究を進めている。

次に、ネガティブエミッション技術を紹介する。ネガティブエミッションとは、文字どおり、排出したCO₂をマイナスにする技術である。地球が誕生した46億年前のCO₂濃度は数十%だったが、現在は約0.04%であり、急激にCO₂が減った理由が二つある。一つは、天然の鉱物が中和反応で大気中のCO₂を吸収する鉱物固定である。炭酸ガスは酸性なので、アルカリ性の天然鉱物が多く存在する地点ではそれらがCO₂を吸収した。もう一つは、いわゆる光合成生物の登場である。約30億年前にシアノバクテリアという光合成生物が誕生し、CO₂を吸収して酸素を吐き出した。残念ながら、このように減少してきたCO₂が、人類の活動によって増加している。こうした地球の歴史を振り返り、この技術をもう一度活用していこうというのが、ネガティブエミッション技術の中身になる。

具体的な技術の一つに、光合成の高効率化がある。現在、一般の光合成の効率は約1%だが、今後数%あるいは10%程度まで上がれば、がらりと様相が変わってくる。それには当然新しい技術が必要になるため、GZRでもこうした新しい光合成機能を持つ植物群の開発を進めている。もう一つは、CO₂の天然鉱物固定技術である。地球上の岩石で最も多い玄武岩は炭酸ガスを吸収する力がある。地球の表面上の玄武岩は既に中和反応が終わっているが、まだ未反応な玄武岩は眠っている。それらをうまく活用すると大気中のCO₂濃度を減らすことが可能になる。プラントから排出したCO₂を玄武岩と反応させることは、ネガティブエミッションにはならないが、CO₂回収・貯留技術(CCS)にはなる。このように様々な活用方法が考えられる。

最後に、現状認識と提言の概要を説明する。まず、国内の再エネ電力の最大限導入にはコストの掛からない蓄電システムの構築が必須になるが、わざわざ蓄電のための蓄電システムを作ろうとすると無理が発生する。一方、現在世界で普及が進んでいるEVの電池をうまく活用すれば、新たな投資なしにきちんと蓄電シ

システムが構築され、結果として再エネ電力の普及に大きく貢献する。当然、車のグリーン化、バッテリーEVの普及と再エネ電力の普及がうまくリンクするようなシナリオが必要である。また、再エネキャリアについては、低コストで生産しなければいけないので、再エネ電源の最適地、例えばサンベルト諸国等、様々な国が生産拠点として候補に挙げられている。そうしたところで日本の技術が最大限いかせる進め方が必要である。さらに、ゼロエミッション技術について、2050年実質ゼロというのはまさにそのとおりであり、どうしてもCO₂を出さざるを得ない部分が残る。それを帳消しにしてくれる技術がゼロエミッション技術である。

イノベーション創出に向けた研究開発はグローバルな問題であるため、国際協調が必要だが、その際、日本が主導する形にならないといけない。GZRではG20を踏まえて様々な国際活動を進めており、そうしたものを是非活用してほしい。

また、当然ながらイノベーションによって日本が豊かにならなければならない。今回のこのカーボンニュートラルは新しい産業を生み出す絶好の機会であり、それが日本から生まれるかどうかが一番重要である。全て日本でという必要はないが、少なくとも15~20%は日本の貢献によるという形を2050年には作り上げないといけない。

さらに、カーボンニュートラルに向けて、様々な国際規格や国際的な約束事を決めていかなければならないが、各国の国益は真正面からぶつかる。そのとき、少なくとも日本が損をしない形にしなければいけない。いい技術ができてでもルール上除外されてしまえば終わりである。このため、海外ではプロフェッショナルネゴシエーター、すなわち職業交渉人を育成し、彼らが全責任を負って、国益に沿うように規格やルールを決めていく。当然、出来高払いで、失敗したら報酬は支払われない。残念ながら日本ではこれができておらず、リチウムイオン電池の規格化やルール化を含め、これまで相当損してきた。是非、この点を踏まえて、少なくともこういう国際ルールで各国の国益がぶつかったときにうまくまとめ上げる人材を育てておいていただきたい。

閉鎖系の地球における適材適所のエネルギーと物質というテーマについて述べる。

まず、宇宙から見ると地球は閉鎖系である。宇宙空間には 1 m^3 に数個程度しか分子がないが、地球上の空気 1 m^3 には 2.5×10^{25} 個もの分子が存在する。言わば、宇宙空間にはほぼ何もなく、地球上には密に物質があり、宇宙空間と地球との間での分子のやり取りはほとんどない。このような閉じた宇宙船地球号で、これまで我々は四十数億年の歴史の中で3億年程度の生物の営みの遺産である化石資源に頼ってきた。

化石資源は当然ながら有限である。植物性のプランクトンが、長い時間を掛けて、ケロジェンと呼ばれる石油根源岩を経由して最後は背斜構造と呼ばれる地質構造を作り、それを我々は油田やガス田、炭田という形で見つけて化石資源として利用している。当然ながら、閉じた地球の空間の中で化石資源を利用し続けられれば、最後には CO_2 と水になるため温暖化を引き起こし、物質としてのサステナビリティを担保できないことになる。

地球を眺めたときの問題点として、プラネタリーバウンダリーズという考え方が広く知られており、中でも、近年、気候変動、窒素循環、生物多様性の三つは特にクリティカルだと言われている。

また、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は回を重ね、世界の科学者の中立的な助言をまとめて、1tずつの CO_2 排出が温暖化を進めているとのメッセージを発している。

IPCCの第6次評価報告書（AR6）には、1年間で排出する温室効果ガスによって10年後の地球が何度暖まるかという影響を示した図が繰り返し掲載されている。それによると、 CO_2 とメタンはほぼ同程度の影響があり、一酸化二窒素も量は少ないながら寄与が大きいことが分かる。こういった点から、今後は、 CO_2 とともに、メタンと一酸化二窒素の排出規制も考える必要がある。

一方で、メタンはきちんと燃焼させてしまえば害はない。そういう点では、例えば、合成燃料としてのメタンが悪いわけではなく、自然界に放出されるメタンや化石資源の掘削といった場から出るメタンが良くないことになる。

こうした地球上での物質の循環は二つの系を考える必要がある。

一つは、人工物の循環である。鉄、鋳物、紙、プラスチック等は自然界と交わり合うことが余りなく、ペットボトルを自然界に廃棄したとすると、数十年、ほぼ姿形を変えず、そのまま自然界に残る。ペットボトルのキャップ、外装のフィルム、ボトル本体はそれぞれ別の材質でできており、分解する温度が違うほか、特徴も全く異なるが、どれか一つの方法にすることは便益の上ではできない。こういったことは科学技術の問題ではなく、社会システムの問題としてしっかり考える必要がある。

もう一つは、自然と人間が織り成す循環である。例えば、大気中の窒素を集め、石油化学から作られた水素と反応させて肥料を作り、施肥して農作物を得て、最後は自然界に排出するというサイクルがある。このように自然と人間、工業と天然のものが複雑に入り交じる世界、これが炭素、酸素、窒素、水素の循環の世界であり、ここでは、今までキープレーヤーとして化石資源に頼ってきた。しかし、これから閉鎖系の地球における永続性を担保するには、化石資源の利用からの脱却を考えなければならない。

脱炭素の主張は、概念としてはよく理解できるが、マスク、飛沫防止パーティション、そしてさきに挙げたペットボトル、これらのプラスチック製品は全て炭素の構造から作られている。炭素自体が悪いわけではなく、CO₂を化石資源から取り出すという作業が良くない。それは3億年の遺産を火をつけて外に出す作業だからである。止めるべきは化石資源の消費であり、これを減らして地上資源の利用を進めること、すなわち、CO₂を集めて太陽の光で再度燃料に戻して使用する、植物を育ててエネルギーや物質として使用するというサイクルが重要である。化石資源を採掘せず、地表のものだけでうまく回していくことが大事である。

ただし、地表にはそのままエネルギーや物質になるようなもの、工業に使えるものがほとんどない。そこで、閉じた系に唯一入ってくる太陽のエネルギーを電力や熱でうまく使いながら地表の地上資源を移動体燃料や化学産業の原料へと転換していくことが喫緊の課題である。こうしたものを供給することが、サステナビリティ、カーボンニュートラルを実現するための鍵となると考える。

日本の一次エネルギーの半分弱が石油で、4分の1が天然ガス、4分の1が石炭、残りが再エネ等で、トータルで約20EJ（エクサジュール）のエネルギーを1年間に国全体で利用している。そして燃料と発電に4割ずつ、化学産業と鉄鋼産業に1割ずつ持ち込み、電力セクターに入ったうち4割弱が電気になる。そして、運輸、家庭、業務、産業でエネルギーとして使われ、最後は熱になって捨てられる。この膨大なエネルギーのほとんどを化石資源に頼っている。

再エネは、電力セクターでは存在するものの意外と大きくない。燃料セクターではゼロであり、鉄鋼、化学でもゼロである。全産業、全人口のベースで見ると、私たちはまだ再エネにほとんど頼れていないという悲しい現状がある。このため、地上資源を使いながら再エネを使い倒し、化石資源から脱却するという作業が2050年カーボンニュートラルまでに必要な取組となる。現在、政府で議論されているカーボンニュートラルに向けたグリーンイノベーションでは、炭素、酸素、窒素、水素の循環が重要な役割を担っている。また、グリーン成長戦略でも、14の重点分野が示されている。

次に、エネルギーの世界、物質の世界における適材適所について説明する。

これまでは化石資源が一次エネルギーであった。しかし、これからの再エネの時代はゼロ次エネルギーを太陽とすると、一次エネルギーは電力となり、そこから作る水素、合成燃料やアンモニア等が二次エネルギーとなる。そして、昼に安くて夜に高い電力といったパラダイムシフトが起こってくる。そうした電力をそのまま使えば最も良い。ただし、太陽光発電は昼しか発電できず、風力発電は島国日本に風況のいいところは余りなく、朝夕のなぎの時間には風車が回らない。

そこで、時間、空間をシフトしながら電力を蓄える、また電力を違う形で使うことを考えると、水素や合成燃料にする、電池にためるといったオプションが考えられる。決め手は密度であり、すぐ使用する場合は電池や水素がよいが、カントリーリスクのヘッジのための備蓄や長距離輸入には適していないため、合成燃料、アンモニアや有機ハイドライド、あるいはe-fuel、持続可能な航空燃料（SAF）等に変えて持ってくるのが重要となる。

また、用途によって、電化や水素化が容易なものや難しいものがある。路線バ

スは同じルートを決まったダイヤで運行するので、充電や水素の充填を計画的に行うことができる。一方で、観光バスや大型トラックはルートが定まっておらず、電化や水素化は難しいだろう。大型飛行機は重量や体積に非常にシビアなため、液体の炭化水素燃料であるSAFが非常に重要となる。

日本は再エネ余力がそれほど大きくはなく、カントリーリスクをヘッジするため、様々なエネルギーを様々な国から購入する必要がある、備蓄も重要となる。普段は使い勝手が余り良くない有機ハイドライドは、備蓄には非常に向いている。このように、様々な技術を複線的なシナリオで考えながら適材適所で使っていくことが非常に重要と考える。水素で代替できるもの、電化すれば対応できるものはその形で利用すればよい。一方で、水素、電化が適さないところには対応する合成燃料を作っていくことになる。地域やスケールでも使い分けが重要であって、ノートパソコンやスマートフォンは電池で、大型トラックや飛行機は合成燃料で動かすのが一番良く、軽自動車は電化し、大型のものには合成燃料や水素といった使い分けがあろう。

最後に、CO₂の再利用について2ケースに分けて説明する。地上資源に頼り合成燃料を利用するならば、CO₂回収が必要である。昨日までに排出したCO₂の回収は困難だが、明日以降排出するCO₂回収は100年前からの触媒化学等の技術で十分に対応できるため、コスト面をカーボンプライシング等で支援していくことで可能と考える。

私たちは、閉じた地球という空間の中で3億年程度の遺産である化石資源を日々使用している。将来的には、太陽光、そして地上資源に頼る時代をつくっていかねばならず、そのためには、電気、水素、合成燃料を、備蓄やカントリーリスクも視野に入れ、複線化したシナリオで、適材適所でうまく使っていくことが期待される。

特定非営利活動法人気候ネットワーク理事長

弁護士 浅岡 美恵 参考人

2021年の国連気候変動枠組条約第26回締約国会議（COP26）において、世界

の平均気温の上昇を産業革命以前と比べて1.5℃に抑える目標を保持し、2030年までに温室効果ガスの排出量をほぼ半減させること、そのためには今後10年の削減の取組が決定的に重要であり、排出削減対策が取られていない石炭火力発電の段階的削減が必要であることが確認された。しかし、残念ながら今回のC O P 26の大きな論点が、日本政府の報告には反映されていない現状がある。

1.5℃目標に向けて10年という時間の制約があることを踏まえ、適材適所という観点からのイノベーションこそが時間枠を考えながら選択されること、そしてそれを実現するための社会経済システムのイノベーションが重要である。

C O P 26では、パリ協定と一体となる極めて重要なグラスゴー気候合意が採択された。現在、地球の平均気温は産業革命以前と比べて約1.1℃上昇し、気候危機と言われる大変な気候災害をもたらしており、今後の頻発化、激甚化が確実にされている。2℃の気温上昇の影響が甚大であるため、1.5℃に抑える決意が示されたが、そこで一貫していることは、科学の重要性、そして対策の切迫性である。気候変動問題はかねて言われていたように不確実なものではなく、確実性をもって全ての国が対応しなければならない問題である。

C O P 26の決定に至った背景について説明する。国連環境計画（U N E P）は、毎年、温度目標に沿ったCO₂の排出削減目標と各国の対応との差を排出ギャップ報告書で公表しており、このままでは今世紀末には2.7℃上昇となることがC O P 26の前に示されていた。そこで、カーボンニュートラルを早める、2030年の目標を各国が引き上げるといった大きな課題があった。特に重視されたのが、残余の炭素予算（カーボンバジェット）である。CO₂の累積的な排出量と世界の平均気温の上昇がほぼ比例していることは明らかであり、温度目標が定めれば、今後排出できる残余のカーボンバジェット量が決まり、実質的に排出ゼロにすべき時期も自ずと定まってくる。

A R 6によれば、67%の確率で1.5℃に抑えるための世界の残余のカーボンバジェットは4,000億tで、現在、世界で年間約335億tが排出されていることから、残余は非常に少ない。グラスゴー気候合意ではA R 5からの8年で急速に減少したことを確認している。カーボンバジェットが日本では幾らになるのかを考える

必要があり、これを人口比で考えると、日本の人口は世界の約1.6%のため、64億～65億t程度となる。年間10億2,900万t以上のCO₂が排出されていることから、残余は6年分もないとの切迫性の中で対策を考えなければならない。

こうした考え方は科学に基づくもので、今、世界の裁判所では、気候変動の影響は人権の問題と捉えられている。2019年12月にオランダの最高裁判所は、2020年の削減目標を25%に引き上げるよう国に命じた。これは地球温暖化による危険な気候変動は国民の生命、健康への切迫した脅威であり、こうした危険から国民を守るのは国の責務だとした。その後、2020年にアイルランドの最高裁判所も、同国の削減計画がパリ協定に整合していないとの理由で差戻しとし、2021年にはフランスでも同様の判決があった。さらに、2021年には、ドイツの連邦憲法裁判所がカーボンバジェットを踏まえた判決を下した。ドイツでは連邦気候変動法が制定され、法定の削減目標を定めたが、その内容は2030年までの1990年比55%削減と2050年ネットゼロだけであった。同判決は、ドイツの残余のカーボンバジェットに照らすと、世代間の公平を欠くとして、議会に対し、2030年以降の削減目標を適切に定めるよう命じた。これを受け、ドイツの政権は極めて迅速に対応し、2030年目標を65%削減に引き上げるとともに、2040年目標を88%削減とし、ネットゼロの時期を2045年へと前倒しした。

同様の判決が企業にも示されている。2021年6月にはオランダのハーグ州地裁が世界的石油メーカーのシェル・グループに対し、CO₂排出を2030年までに、最も排出量の多かった2019年比で45%削減するよう命じ、2050年ネットゼロへの道筋は世界の合意水準で企業が守るべき善管注意義務に当たるとした。この判決では、シェルの上流・下流の活動についても同様に削減努力すべきとされた。

こうした現状の下でグラスゴー気候合意がなされた中、先駆的なビジネスの世界はより明確な方向性を持って動き出しており、サプライチェーンの中にある日本企業も、再エネ100%の要請に応えるために苦労している。また、COP26では、発電以外のセクターにおける脱炭素の動きも顕在化しており、メタンについての宣言、石油やガスの生産廃止の同盟、100%ゼロエミッション車への移行の宣言、ゼロエミッション海運の宣言等、電化の困難な領域でも大きなうねりと

なっている。これを更に後押ししているのが、世界的な機関投資家や金融機関の動きである。さらに、会期中の2021年11月4日には、46か国が参加し、石炭からクリーンな電力への移行に関する声明が発表された。参加国には、ベトナム、インドネシア、フィリピン、シンガポール、韓国、またポーランド等も含まれており、アジアでもこの動きは座視できなくなっていることを認めなければならない。

2021年5月公表の国際エネルギー機関（IEA）の2050年ネットゼロに向けたエネルギー分野別ロードマップには分野別にいつどうしていくかが細かくまとめられており、2021年にCO₂対策がされていない石炭火力発電所の新設廃止、2030年にCO₂回収・有効利用・貯留（CCUS）のない石炭火力発電所の先進国での廃止、2035年に先進国の全ての電気の脱炭素化、2040年には世界の全ての電気の脱炭素化という道筋が示されている。

こうしたことを受けて、大半の先進国が石炭火力発電所を廃止する流れが確定してきているところに、日本の2030年電源構成における石炭火力発電の比率は19%の予定であり、今の政策では更に増加の懸念がある。現在、日本には既に4,800万kWもの石炭火力発電所があり、この数年間に建設して稼働を開始したもの又は建設工事中のものが、高効率と言われる超々臨界圧（USC）だけでも1,000万kW、小規模の亜臨界圧（Sub-C）も18基で140万kWとなっている。古い発電所はフェードアウトすると言われていたが、なかなか具体化しておらず、このUSC等の割合は大きな懸念のもととなっている。

第6次エネルギー基本計画では、アンモニアの混焼、専焼を火力発電のゼロエミッション化として電力政策の中核に据えているが、これは投資回収のための延命策だと海外から見られても仕方がない。さらに2022年に入り経済産業大臣はこの計画の前倒しを表明した。これは2030年までのCCS導入とアンモニア専焼技術の実現を目指す大幅な前倒しとなっており、GI基金も投入されているが、アンモニア混焼・専焼には大変多くの問題がある。

技術自体も20%混焼に向けて数年掛けて実証実験を始めるというもので、そもそもアンモニアのもととなる水素は、石炭や天然ガスの火力発電から作るグレー水素と呼ばれ、CCS等での対応が必要であり、さらにアンモニア製造過程で膨

大なエネルギーを必要とするため、CO₂の削減効果は非常に僅かと算定されている上、高コストであり、再エネに競争力で劣る。また、現在、石炭火力発電で排出されるCO₂量は2億6,000万tだが、このままでは10年間で26億tにもなり、日本の残余のカーボンバジェットの過半がここに費やされてしまう。さらにCCSもコストが高く、国内に適地がないといった問題がある。こうした事情から、このような政策は、2030年までにCO₂排出量を半減させなければならない世界の1.5℃目標と全く整合しないもので、ここに市場があるというものではないことを理解する必要がある。さらに、国際的にアンモニア混焼等は排出削減対策が取られている石炭火力発電とみなされておらず、排出削減対策に位置付けているのは日本くらいである。

グリーンイノベーションの中で技術が大変重要で取捨選択されるというが、アンモニア等、技術に偏り過ぎていると考えており、やはり既に商用化された技術を十分活用するための社会経済システムのイノベーションが大変重要である。その実現のためには、国や地方公共団体において、1.5℃を目指すという世界の流れをしっかりと認め、2030年に向けたCO₂削減目標や再エネ目標ももう一度見直し、社会的に共有していく必要がある。また、排出量取引制度や炭素税等の炭素価格付け政策が避けて通れないところに来ている。

再エネ拡大に向けて、送電網の整備・拡充、発電以外のセクターでの電化の促進、そして地元住民や国民への知識経験等のアドバイス体制の整備も急がれている。また住宅建築物の省エネ対策の強化等も急がれる。さらに、こうした大きな産業構造の転換に伴う労働者や地域社会の大きな転換のための公正な移行への支援が、国や国会議員の役割として期待される。このように技術だけではない多くのイノベーションが期待されており、時間枠を考慮しながら、優先順位を見極め、それぞれのイノベーションに尽力する必要がある。

(主な議論)

【カーボンニュートラルとエネルギー】

問 2050年カーボンニュートラルへの取組は、国の形を変えるいい機会であると

考える。一次エネルギーの脱炭素化を輸入に頼るのでなく、国産の一次エネルギーである再エネ由来のものを増やすことで、将来的に一次エネルギーを自給できるようにしていきたいと考えるが、見解を伺う。

答 エネルギー自給率を高めたいということは、国民の総意としてはよく理解できる。ただ、日本は年間に約20EJ分の化石資源を輸入し、20兆円規模の費用を要しているが、70兆円規模の自動車産業や数十兆円の機械産業が外貨を稼ぐ手段となっていることも日本の国富を考える上で重要である。すなわち、資源を輸入し加工して付加価値を高めて海外に売ることによって日本は国富を得ている。つまり、江戸時代に戻って、閉じた環境の中、地域だけでエネルギーを自給自足すればいいという世の中ではなく、産業として加工し、貿易して国富を得るところも、やはり残していく必要があるだろう。英国は加工を捨て、金融での生き残りを選択したが、日本が英国の後追いを同じようになるかというところである。

この観点からは、地産地消のエネルギー利用、すなわち地域循環の環境共生圏のような形で、地域で出たものを地域で使い切り、エネルギーや物質をきちんと回すということは非常に重要だが、それだけでは一億二千数百万の人口と現状の産業規模を必ずしも維持できない。そのため、外から密度が高く効率の良い合成燃料のようなものが入ってくる必要も同時にあるのではないか。さらに、都市やコンビナートのような場所は自給自足に不向きなため、外からの大規模なエネルギーで、D I Dすなわち人口集中地区が接続していないような地域や人口密度が1,000人/km²から500人/km²を切るような地域は、十分に自給自足ができる。こうした二つの次元で考えていくこともあろう。

問 生活環境を大きく変えずに可能なエネルギー政策を伺う。

答 欧州の国々では、温暖化対策を取ることによって事業者に新しいチャンスが生まれ、国民一人一人の生活の質も良くなると政府は説明しており、国民も実感している。

例えば、住宅政策等、初期費用は少し高くても、エネルギーのランニングコストの低い家を建てることに投資することで、生活の仕方は変わらず、むしろ

快適な温熱環境の下で暮らすことができる、すなわち利用する側の便益は変わらず、排出削減にはつながっていくことがしっかり広報されている。

事業者の中でも、省エネを更に進めることは本当に経済的にも合理性があると考え、資金等の援助もされることで、事業者の対応も進んでいくといったことが多々見られており、それが海外の国民生活の中でも温暖化対策が進んでいる大きな要素と考える。

問 参考人は、再エネキャリアの生産拠点は海外であるから海外投資も必要であり、また、国際的な規格や約束事のルールメーカーになるべきとのことであったが、ルールメーカーの在り方について日本政府への要望があれば伺う。

答 私の意図する職業交渉人とは、立てこもり事件等で活躍するネゴシエーターのような、相手の言い分をよく聞いた上で自らの主張を通すプロフェッショナルな人材のことを言う。現在、日本では産業界から交渉の素人が行うシステムになっているが、相手国からはプロが出てくるので必ず負けている。日本は技術で勝ってビジネスで負けるとよく言われるが、それは国際ルールづくりで負けているからである。このため、職業交渉人を育成するか、場合によっては海外のプロを雇用してもよい。

なお、再エネ電力は気象条件や気候条件に左右されるため、再エネ最適地での発電コストは日本の2分の1から3分の1になる。ただ、電気のままでは輸送できないので、何らかの形に変換して日本に運ぶことになる。その際、単に外国産の二次エネルギーを輸入するだけでは国益に沿わないので、その過程で日本の技術が不可欠となるようにしていく必要がある。再エネキャリアの海外拠点への投資はこれを踏まえた検討が必要である。

問 1.5℃目標を定めると、世界が排出できるCO₂の総量、すなわち残余のカーボンバジェットが決まり、脱炭素に移行するタイムスケジュールが決まるとのことであった。この視点は政府に決定的に欠けていると考えるが、見解を伺う。

答 日本の温暖化対策あるいはエネルギーの基本方針に、1.5℃目標はもとより2℃目標であっても、これを目指すと記した公的な文書を見付けることはできず、政府はこれを受け入れてはいないと思われる。パリ協定と整合したエネル

ギー政策、温暖化対策を行うという文書もなかなか見付けられない。

世界の残余のカーボンバジェットについては、今後これだけ排出すれば1.5℃になる、更にこれだけ排出すれば2℃、3℃、4℃となると2013年以来IPCCで示されており、算数レベルの計算だが、政府はその話に踏み込まない。また、残余のカーボンバジェットについて、ドイツでは裁判所や国レベルでの議論があり、COP26交渉の中でもしばしば出ていた。しかし日本では1.5℃に抑えることを決意を持って追求することになったことでさえ広報記事にならず、日本が応分の国際的対応を行うということが日本企業の競争力を維持していくために不可欠であるとの理解がまだ足りていない。しかしCOP交渉の現場にいと、この点が企業にとって本当に不可欠のものになっていることを実感する。

問 COP26では有志の国々による様々な合意もなされ、脱石炭連盟が主催する会議の開催や、石炭だけでなく石油や天然ガスも含めたあらゆる化石燃料からの脱却を目指す同盟が発足するなど、より踏み込んだ動きがあったと聞くが、アジアの国々を含め、そうした動きに踏み出す各国の動機を伺う。

答 一つには、気候変動、気候危機により、国民の命や健康だけでなく産業基盤も失われ企業活動もできなくなることが、全ての国にとって死活問題であるとの強い認識がある。その前提で、1.5℃あるいは2℃を十分下回るように何とか努力しようとしても、排出可能なCO₂の量は決まっており、時間は限られる。そうした認識が今の企業や国の競争の基本にある。このことは科学の要請であり、これを踏まえずに国の経済政策を立てていくと、結局は敗者になる。レース・トゥ・ゼロの考え方が行き渡り、勝者になるか敗者になるか、そのくらい辛辣なところに今来ているのが国際社会の流れと感じている。

問 脱炭素社会の取組、再エネ、省エネの導入拡大と経済発展との関係性をどう考えるべきか。また、石炭火力発電や原子力発電から再エネへの転換に伴う大きな産業構造の変化を進めるには政治的な決断、社会的な支援が必要になると思うが、見解を伺う。

答 産業構造の転換はある意味、いつの時代にも起こるやむを得ないものであ

る。世界的には10年先、20年先の脱炭素時代が十分見えてきている中で、日本だけ産業構造の転換なしということにはならない。産業構造の転換をより早く進めることが課題であり、それはソフトランディングに不可欠と考える政治的な判断があるからと思われる。遅れば遅れるほど困難を伴い、雇用が大きく変わり、企業の形も変わるため、従業員に求められる能力も変わる。雇用自身も変わって地域の姿も変わっていく。地域によって状況は様々で、一つの解決策は恐らくない。

ポーランドで開催されたCOP24の頃から、地域の実情や企業の特徴を踏まえ、企業の存続を図りつつ、従業員が職を失わないため、あるいは新しい雇用につなげていくため、公正な移行という考え方が世界中で大きな議論になっていた。そして、COPでも様々な成功例や経験が共有されてきている。

こうした動きを国の大きな方針として踏まえるとともに、地域の特徴に目配りしたきめ細かな対策、支援が求められている。そして労働者の職業訓練や、新たな雇用創出のための新規産業の育成という視点も必要と感じている。

問 日本が世界の趨勢から立ち遅れてでも、原子力発電や石炭火力発電に固執するのはなぜか。欧州の場合、財界やいわゆる左翼でない政権でも気候危機への向き合い方が日本と全く異なる。それは危機の捉え方の認識の弱さなのか、日本の資本主義のゆがみなのか、見解を伺う。

答 気候変動は科学がベースにある問題で、1990年代から将来の危機を予測でき、欧州ではこれを踏まえた各国の経済政策が政治的立ち位置で大きく変わることはなかった。米国も極端なときはあるものの、基本的にはビジネスも予測を踏まえており、結局はどの程度早いかといった違いにすぎない。

それに対し、日本はこの20年間、気候危機への向き合い方を改めることにちゅうちょが多く、遅れば遅れるほど問題が大きくなり、改めることが難しくなるという悪循環をたどってきた。2000年代初頭から世界がある程度動き出したときに、日本はそれまでの電力の形を守ろうとする力が強過ぎたために、改革の機会をある意味で見過ごし、その結果にまた縛られて身動きがとれなくなってしまった。その反省をしっかりと行う必要がある。その上で、更にびほう

策を続けるのか、立ち止まりボタンを根本的に掛け直すのか判断する必要がある。ただ、その判断は、2018年のエネルギー基本計画の見直しの際に行うべきだった。本当に残念なことであり、早くそうした目を持ってほしい。

問 製造業に火力発電は必要との話をよく耳にする。再エネ電力では周波数の安定に不安があるということ、さらには熱量を要する高度の製鉄に火力が不可欠との話を産業界からよく聞く。その一方で、地球温暖化の問題は深刻だと感じている。米国はグリーンリカバリーを掲げ、EU等では脱炭素製品でなければ購入しないとといった不買運動が起きているとも聞いており、この分野について変えていくべきと考えるが、見解を伺う。

答 高温の熱を利用する鉄鋼業等、素材系産業の問題は電力ではなく、それらについては様々な技術開発が更に必要となる。

電力そのものは、火力発電に頼らなくても再エネがあるとの方針の下、国によっては20年以上にわたり努力が積み重ねられ、英国は今や再エネ電力が40%程度にまでになり、さらにスコットランド沖の浮体式洋上風力発電事業のような非常に精力的な動きもある。そのため再エネの最大限の活用が国の明確な方針となり、それを実現するために諸般の制度が必要となる。

風が吹かないときは風力発電できず、夜に太陽光発電できないのはどの国も同じであり、それらをしっかり制御し、予測し、うまく活用していくことも一つの技術である。制御技術は本来、日本が最も得意とする技術のはずだが、再エネ導入が明確な目標にならないため、技術開発やイノベーションを進める仕組みが伴わない。

また、不買運動等は、欧州の国々でますます盛んになっており、選挙にも直接影響するほど国民的な意識が変わってきている。COP26では、食料への大きな関心を実感した。牛肉は莫大なエネルギー消費を伴うため植物性たんぱく質の製品に替えていくといった消費行動の変化も起きている。

そして、火力発電中心の電力による製品等には、機関投資家や金融機関が追加融資を行わないだけでなく、融資引揚げという行動も現れている。国民、市民の側からは、銀行の投融資先によって取引する銀行を選択するといったこと

も起きている。

問 日本のアンモニア混焼石炭火力発電の輸出が、アジア諸国も含む世界全体のCO₂排出量実質ゼロの取組を妨害する懸念を伺う。

答 途上国がこれまで先進国が歩んだような道筋で生活水準を上げ、経済力も高めていくということを繰り返す時間はない。寄り道をせず、早くその国の脱炭素経済を作っていくことが求められている。アンモニア混焼石炭火力発電の輸出は、そこにあえて寄り道をする方法を提案するものと捉えられており、ある意味で昔の公害輸出が形を変えて現れたとの捉え方をされているように感じる。やはり、途上国が、より早く脱炭素の国になれるよう直接援助し、無駄な回り道をさせないことを最大の目標にして輸出事業も行う必要がある。

問 2050年カーボンニュートラルに向けた国際ルール、国際規格は、日本の国益に沿う形で実施していく戦略が必要であり、そのための人材育成が必要であるところ、その方法及び立法府の支援の在り方を伺う。

答 国際ルールを決める際には様々な国際委員会が設置され、そこに日本の代表として委員が参加し、日本語でも難しい腹芸的な交渉を英語で行わねばならず、また当該分野の専門知識が絶対に必要となる。そのため、国の機関で専門の人材を育てるというより、ある分野にたけた人材が個人事業主として100%責任を持って成し遂げていくというイメージである。それは成功報酬型のビジネスになるので、日本の国益に沿う形で成果を上げれば、当然に莫大な収入を得られる。こうした一つの未来型ビジネスとして捉えた方が普及していく。

現に海外では、国際委員会にある国の代表として参加した交渉人が、次の委員会では別の国の代表として参加する例があると聞く。成果を上げた人には声が多く掛かり、ビジネスとしても当然に潤う。そうなれば、日本人でも手を挙げる人は出てくるだろう。

問 水素と窒素を合成して製造したアンモニアの利用に極めて懐疑的な見解を示した理由を伺う。

答 現在政府が検討しているアンモニア製造は、化石燃料から製造したブルー水素、グレー水素から、ハーバー・ボッシュ法という大量にエネルギーを消費す

る方法によるため、温室効果ガスの削減効果がない。また、グリーン水素や、グレー水素でもCCSを利用すると、コストが非常に高く採算が合わない。さらに、2030年度までの大幅削減にアンモニア利用で対応することは、もはや技術開発的にも間に合わない。石炭火力発電を使い続ける理由としてアンモニア利用を挙げることは国益にも合わない。

ルールメイキングについて言えば、現在、政府はアンモニア混焼を排出削減対策が取られた石炭火力発電所と解釈する新たなルールを作ろうとしているが、日本だけが異端である。ルールメイキングとは、基本的にパリ協定に即し、あるべき技術の開発、あるべき導入のための制度づくりの流れに沿った形で交渉しなければならない。そのため、日本が無理やり行おうとしているパリ協定等に逆行した石炭火力発電に係る解釈は、世界からかえって非難を受けることには注意するべきである。

【イノベーション創出】

問 CO₂が今後も一定程度排出される中で、技術的イノベーションも不可欠と参考人は述べていたが、これを行うのは当然ながら人材である。そこで、今後の科学技術政策を進める上での参考のため、現在の日本の研究者が置かれている状況や、ボトルネックの所在を伺う。

答 カーボンニュートラル実現のためのイノベーションに向けて、人材の問題は当然出てくると思うが、特に若い人材にとって活躍の絶好の機会である。なぜならカーボンニュートラルを可能にする技術について、誰も答えを出せていない中で、非常に合理的な技術やイノベーションを提示できれば世界中から尊敬されるからである。また、若い人材が活躍できるような状況にすることが重要だが、アカデミアの世界や企業では限られた研究資金の中で取り組まなければならない、独創的な知恵を出せるかが鍵となる。つまり、今は若い人材が活躍する絶好の機会であり、少々の制約を打ち破ってでも動けるようにするべきである。

問 基礎研究、量産体制、市場の各段階で関門があることは全ての科学の課題であるが、再エネの分野における日本の基礎研究レベルの状況、そして若手研究

者がその道に進む状況等の現状を伺う。

答 イノベーションを起こすためには、基礎研究の成果、量産化に向けたブレークスルー、市場の三つが必須条件である。

一番の難関は、市場が本当に存在するのかわかるかであるが、むしろカーボンニュートラルの市場は回っている状況にある。また、基礎研究についても、過去の古典的な科学、特に化学を見直して、それを現代版にどうアレンジし直すかが問われている。つまり、市場も基礎技術もあるが、量産技術だけがない状況であり、そのブレークスルーを成し遂げられる人材が最も必要である。

ただ、量産技術に向けたブレークスルーを起こすことは、基礎技術を理解している人でなければできない。そのため、基礎技術を理解しながら、世の中の仕組みも理解でき、なおかつ独創的な発想ができる人材を育てていかなければならない。そうした人材は、アカデミアの中、あるいは企業の中でも、目標意識があれば自然に生まれてくると期待している。

問 カーボンニュートラル実現のためのイノベーションに向けて、現在最も取り組むべき課題がある産業分野を伺う。

答 電力分野が再エネ電力の導入も含め一番取り組みやすい分野であり、また、自動車や船舶の運輸分野も、電力がグリーンになれば電動化が非常に進んでいくため、まずは電力のグリーン化が最優先で、その電気を使った様々な電動化の産業分野がつながっていけばよい。

むしろ難しいのは素材分野である。現在はナフサが素原料になっているが、今後原料を何に求めていくのかを考えなければならない。また、化学分野にしても、合成燃料のような形をつないでいくのか、全く違う新しい素材をもとに求めていくのか、非常に悩ましい。このほか都市ガスは合成メタンが入手できるようになればよいが、日本でこうした合成燃料の製造はコスト面で難しく、都市ガスのエネルギーを何に求めていくかは難しい問題である。

問 CO₂を燃料・化学品に変換する技術自体は既に確立したもののだが、その中で実際に商業化が有望な技術を伺う。

答 CO₂と水素から、合成ガス、メタノール、メタンといった合成燃料を作る

技術は、100年ほど前の化学、すなわちサバティエ反応等、よく知られている化学で実行可能な反応であり、CO₂をなるべくコストを掛けずに効率よく集める方法や、グリーン水素を安く大量にうまく作る方法が前提となる。この技術は実現可能性が高いとされるフェーズにあり、社会環境の醸成がうまく整えば、ある程度仕上がりつつある。

一方、CO₂と水とを直接反応させるのは、まだ実験段階にある難しい技術である。当然、CO₂と水素を用意して反応させる方法に比べると、CO₂と水から直接作る方がエネルギー的には圧倒的に効率が良くなるが、今のところその技術はまだ黎明期にあり、世に出せるレベルではない。

問 CCUS技術は、コスト面の課題を解決しなければ実用化は困難とのことであったが、実用化の見通しを伺う。

答 CO₂回収技術には、これまで排出したCO₂を回収する技術と、今後排出するCO₂を回収する技術の大きく二通りある。前者は、ダイレクト・エア・キャプチャーと言って、東京ドームや大阪ドーム1杯分の空気から軽トラック1台分のCO₂を回収するという非常に難しい技術であり、30年後に実用化できるかどうかという段階である。後者は技術的には既に完成しているが、コストと効率が課題となっている。インセンティブがなければ、誰もコストを掛けてCO₂を回収する機械を設置しない。そのためカーボンプライシングの考え方、すなわちCO₂を排出してはいけないという認識が社会で共有されてくると、CO₂に価格が付くようになる。

今後排出するCO₂を集める技術には、現時点で大きく、化学的な方法と物理的な方法の二通りあるが、それぞれCO₂を1t集めるには、約3,000~5,000円のコストが掛かる。このコストが社会的、客観的に担保されれば、技術はすぐにでも実装可能になる。

問 CO₂の回収を進めていく上で、触媒化学やメタン化というキーワードがあった。その触媒化学でいかに産業の環境負荷を低減していけるのかについて、イノベーションの今後の展望を伺う。

答 触媒は、自身は変わらず、周りの反応を促進するものである。化学産業や環

境等、様々な分野における縁の下の力持ちという存在で、大体無機質な粉のような姿形をしている。

現在、全ての分野で、既存の触媒で特に問題は生じていないと言っても過言ではない。京浜工業地帯や中京工業地帯等の大規模な工業地帯等で化石燃料を用いて稼働している範囲では、ほぼ完成した素晴らしい技術が100年以上の歴史の中で積み上がっている。

一方で、これからの時代を見据えると、エネルギー源が再エネになり、原料が地上資源になるという厳しい制約を受けることになるが、その制約下で機能する触媒は現時点ではほぼ皆無である。そうした点では、低温で必要なときに必要なだけ化学反応を制御する技術や、普遍的に存在する価値の低い物質を転換する技術等がこれからの触媒化学のポイントとなる。その結果として、我々が使いやすいメタン等の合成燃料を作ることができれば言うことはない。

問 米国では海水から液体炭化水素が製造できると聞くが、日本でも化石資源を使わずに可能か伺う。

答 海水は電気分解しやすいという物性を有しており、水素を作ることは簡単に既存の技術で可能である。また、海水にはCO₂が溶け込んでいるので、原理的には太陽の力を使い海水から炭化水素を作ることは可能である。

ただし、炭化水素を作る上では、炭素と水素がほぼ1対2の比率となる必要がある。例えば、水18gに対しCO₂は44gである。しかし海水中のCO₂は水の量に比べて非常に少なく、CO₂が圧倒的に足りない。

このため、小規模にショーケースとして外に見せる、あるいはカーボン・オフセット等の対象のような形では可能だろうが、年間9EJ近くの日本の石油資源利用を海水に置き換えるようなポテンシャルは全く期待できない。

問 飛行機のバイオマス燃料のSAFの純国産化によって、輸入に頼らず必要量を供給する可能性を伺う。

答 SAFの製造には、CO₂を回収する方法、アルコールを介する方法、廃食油を原料とする方法、合成燃料を作る技術を用いる方法等が検討されている。バイオというキーワードのSAFのうち、例えば廃食油を原料とする方法は、

外部水素を余り必要とせず、コストが安いことが利点である。しかし、日本国内だけでも2,000万klを超えるS A Fが必要と言われており、それほどの量を廃食油から作ることには不可能なため、バイオではない製造方法も導入していかなければならない。

また、中型や大型の飛行機になると離陸時の重量の半分近い30~100tを超える燃料を翼と胴体の下に積んでおり、この規模での燃料を他に置き換えることはほぼ不可能なため、S A Fのような代替燃料の継続的な供給を考えると、バイオのみならず、様々な方法でS A Fを大量に作り続けることが必要である。

問 レア金属需要の拡大や新型コロナウイルス感染症の影響によるサプライチェーンの崩壊等で、蓄電池やE Vの製造、普及が遅れたり、価格が相当上昇したりすると考えるが、見解を伺う。

答 リチウムイオン電池に用いられている、いわゆるレア金属以外にも含む多くの金属材料には、資源の確保や価格等、様々な問題があるが、その切り札はリサイクルしかない。ニッケル、マンガン、コバルトは、技術的には回収が比較的容易であるが、使用済みのスマートフォンやコンピューターの電池が思うように集まらない状況である。一方、自動車は法律で廃車手続が定められており、必ずどこかに集まるため、E Vのリサイクルは非常に容易な形になってくる。

自動車も電池も、今後はリサイクル技術がある程度確立した製品でなければ売れなくなると思われる。また、リサイクル技術確立の可能性が高まると価格は大幅に下がる。こうしたことを踏まえると、資源問題や価格変動問題に関しては、リサイクルを前面に押し出すしかないと考える。

問 プラスチック製品には、今後も資源としての石油が必要なのか、それともリサイクルで確保できるのか、またイノベーション技術でこうした分野の革新は可能なのか伺う。

答 プラスチック原料であるエチレン、プロピレン、ブタジエン、ベンゼン、キシレン等をCO₂やバイオマスから直接作ることができれば、もはや石油は不要となる。ただしコストと技術が未成熟なため、トランジション、遷移という考え方の中で、プラスチックを分解し再使用したり、なるべく石油を掘らずに

済む方策を考えたり、最後は植物やCO₂で作ろうと、時間軸に沿って様々な技術が入ってくればカーボンニュートラルは実現できると考える。

問 窒素循環は限界を超えているとの発言趣旨を伺う。

答 我々は、大気中の窒素と石油や天然ガスから作られた水素を高温高圧下で反応させるハーバー・ボッシュ法が開発されてからこの110年間、大量にアンモニアを製造してきた。現在、世界で年間約1億9,000万t製造され、そのほとんどが肥料として世界中で施肥され、生命体のたんぱく質に取り込まれている。この結果として、全ての生命体の窒素分の約6割がハーバー・ボッシュ法由来によるもので自然界を経ないものである。ここが問題のきっかけである。

取り込まれているだけなら問題なしと感ずるかもしれないが、一方で、窒素の人為的な分解は実は余りなく、下水処理場における硝化脱窒のプロセス、自動車の排気ガスや発電所から排出される窒素酸化物の浄化は、人為的にコントロールしてきれいな窒素に戻している数少ない例である。それ以外の大半を占める農業や自然界における窒素は、元素の特性をベースに自然の中で暴れまくり、最終的に環境負荷を与えている。

問 環境に悪影響を与える窒素酸化物を、アンモニア等の有用な形に変える技術の現状と可能性について伺う。

答 農業や自然界から排出された窒素は、最終的に環境に負荷を与える形になっている。これをアンモニアに変えて有用に使うことは、可能性としてはあるものの、水中、土中、大気等から出たものを捉えて転換することは技術的には非常に難しい。

答 アンモニアを燃やすと窒素酸化物が出るが、それを浄化するのはアンモニアであって、窒素酸化物を簡単に分解してくれる。例えばディーゼル車の窒素酸化物は、尿素水から発生するアンモニアで浄化する。現在、こうした技術によって、発電所も含め窒素酸化物の排出量は相当低減されている。

問題は、農業から出てくる一酸化二窒素である。これはアンモニアを与えればすぐ分解できる。しかし、畑にアンモニアをまくわけにはいかないため、アンモニアの前駆物質である尿素を肥料として使うだけでなく、尿素による窒素

酸化物の分解という基礎的な化学反応を利用した技術が生まれることを期待している。

【研究開発への国の支援】

問 カーボンニュートラル目標の2050年まで時間が限られる中で、イノベーションの加速化が政府の大きな仕事と考えるが、これまでの政府の支援策の評価や今後の在り方を伺う。

答 産業界の立場からは、結局、最終的にイノベーションを実現するのは産業界であって、新しく誕生した技術が世の中に普及し、それがイノベーションとなる。したがって、いかに産業界をその気にさせるのかが一番重要である。

イノベーションに至る過程で、研究開発に取り組む際のリスクに対する政府の資金援助や助成は非常に大切である。成果が出た後は事業化となり、その場合は、カーボンニュートラルは規模が巨大であるため、従来型の新規事業と比べて何をするにも投資額が巨大となる。その際、産業界単独でリスクが負えるかという議論が必ず出てくるので、数年間赤字を覚悟しなければならないという最も大変な立ち上げの時期に、うまく軌道に乗ることができるための、呼び水の助成や税制優遇が必要である。国によっては、立ち上げのための相当な助成があるため、日本に比べてコスト的に非常に有利となる。こうした部分を日本の産業界が世界で動きやすくなるよううまく助成することが重要である。

問 カーボンニュートラルに関わる技術に限らず、基礎研究に対する長期的な視点に立った国の支援の在り方を伺う。

答 基礎研究の在り方については、企業における基礎研究とアカデミアの基礎研究を分けて議論した方がよい。

まず、企業の基礎研究比率は、昔と大きく変わっていない。基礎研究は、十に一つ当たればいい程度の確率の低いもので、これは今も昔も変わらない。企業の場合、一つの研究所があれば、全体の90%程度は商品化に向けたプロジェクトの中で動くという目的研究に携わっており、残り10%程度が基礎研究である。僅か10%のため、実は基礎研究には余り費用は掛からない。したがって、

それをうまく運用し、1割程度が成功すればよいとの腹積もりできちんと運営できているかが問題となる。

一方、アカデミアの基礎研究は、基本的に、目的や何の役に立つかを一切考えず、まさに各研究者の好奇心によるような方向で進めていただきたい。他方で、アカデミアでも目的研究が行われており、そこでは目標達成しなければならず、携わる研究者はそれを徹底していただきたい。

私が非常に危惧するのは、今のアカデミアの研究者は、恐らくその真ん中辺りで迷っていて、基礎研究を徹底的に行うわけでもなく、目標を達成するため徹底的に動くわけでもないということである。国として予算も含めた様々な方向性を示すならば、まずは基礎研究と目的研究とをはっきり分け、両輪で動くことが理想的である。百に一つ当たれば、100倍以上のリターンが返ってくるので元が取れるのに、残りの99%が駄目だからとして予算を削減すると、全てゼロになってしまう。したがって、アカデミアに対しては両者をできるだけ明確に分けた方が、研究者が動きやすいと考える。

答 若手が研究の世界で夢を見ることができ、これが非常に重要だと感じるが、今の日本の状況は、必ずしもそうはなっていない。高校から大学、大学院へと進学する過程で、学費が非常に重くのしかかる一方、例えば理系分野に進学すると、大変な割には給料が余り上がらないというキャリアパスの問題等が見えてくる中で、優秀な学生が工学等をなかなか志望しないことが危惧される。一方で、その後については、様々な省庁から大きな予算が流れ込み、選択と集中という名の下に、大学教員による研究のための研究が数多くされている現状があり、そこに学生は余り関与できていない。ベンチャーキャピタルやギャップファンド等が、理工系の学生による新しいベンチャー起業をより促進してもいいと思う。技術でカーボンニュートラルを実現することで、自らの仕事を得て、富を得るという夢を描くことができれば、若い人は喜んで研究の道に進むだろう。現時点では、理工系の修士課程、博士課程の学生にはそうした夢を描けないシナリオしか残っていないように思う。

問 研究資金の問題を考えると、市場が存在してゴールがある程度見えているこ

とは、ある意味強いことだと考える。その場合、更なる支援をどのような形で行うことが喫緊に必要なか伺う。

答 カarbonニュートラルは、良い知恵を出す人さえいれば自動的に多額の資金が集まるようなシステムになっている。ただし、全てのテーマで研究開発が成功するわけではなく、複数のテーマを同時並行的に進め、どこかの段階で絞り込まなければならない。そのため研究資金を集中させるべきテーマを、責任を持って判断できる目利きが必要である。

G I 基金がこれまでの資金助成と大きく異なる点は、産業界が中心となって研究開発を進めて、もし開発に失敗したらペナルティーを与えるという制度の立て付けであり、これは非常に有効だと考える。成功しなければ資金返還となると、当事者は必死で取り組むことになり、可能性のあるテーマへと次第に絞り込まれていくものと考ええる。

問 国際社会がCarbonニュートラルに取り組む中で、技術革新をビジネスチャンスとしていかすため国に求めるものを伺う。

答 Carbonニュートラルについての私の基本的な考え方は、日本にとって絶好の機会であり、新しい産業が生まれてくるというものである。もう一つの見方は、Carbonニュートラルに向けて本当の意味でのスタートはいつかということである。日本も含めて世界各国ともまだ準備期間にあり、様々なケーススタディを通じて技術を絞り込みながら2025年に本当の意味でのスタートを切るものと考ええる。その根拠は、要素技術開発のロードマップにおいて、AIの技術開発を始め大体のものが2025年頃にターゲットを絞っていることにある。2025年頃に様々な新しい技術がプラットフォームとして生まれ、Carbonニュートラルの目標に関連付けられると思われる。今までの常識からは実現不可能と思われていたことが意外と簡単になるスタートの年が恐らく2025年頃と考える。

日本のCarbonニュートラルのマイルストーンである2030年は、2025年のスタートから5年目に当たり、一部が社会実装化され、2050年に向けたその後の展開が見えてくるであろう。その意味で、本当の勝負どころは2025年である。

現段階では、石炭火力発電の扱い等について政府が議論していても良いが、2025年には結論を出す必要がある。そのときに、議論して導き出した本命筋に絞り込んで資源を調達し研究資源も投入していくという方向に持っていくべきである。

【電力の安定供給】

問 第6次エネルギー基本計画のエネルギーミックスの評価を伺う。

答 第6次エネルギー基本計画のエネルギーミックスでは、原子力発電を20～22%としているが、この実現可能性は誰もが疑っている。不足する電力をどう補うのかであるが、再エネは今からしっかりと送電網の整備、市場の問題、その他の諸制度改革により支えていかなければ2030年に間に合わないことが多々ある。他方、石炭火力発電は、既に多くの発電所があるため、それを温存し、使ってしまうことになりかねないと大変懸念している。

問 電力の安定供給のためには、需給のバランスをどう図っていくかが大事だが、電力システム全体における蓄電技術の今後の可能性を伺う。

答 日本は北海道と本州との連系線が不十分であり、また電源周波数が、同じ本州の中で東日本は50Hz、西日本は60Hzとなっており、東日本大震災のときに大問題になった。そうしたことも踏まえ、ローカル的な蓄電システムは必須である。しかし、風力発電も太陽光発電も、それ自身で辛うじて商用電源として採算が取れる程度であり、ここに新たな蓄電システムが必要となればコスト的に不可能である。

そこで、まずはEVを普及させ、その電池をうまく活用すべきである。一般の自動車は1日の90%の時間は止まっているので、その間に充電や放電を行うことでバランスを取れば何の問題もない。現実には電気が余って捨てるような時間帯もあり、そういったときの電力で、無償に近い料金で積極的に充電してもらい、逆に電力不足の際には放電した電気を高い値段で買い上げるというシステムさえ作れば、EVを所有する人はそれだけで少なくとも電気代の元が取れ、場合によってはお釣りが来るかもしれない。これは、電力会社にとっても

一般の人にとっても良い話である。そういう無償に近い蓄電システムを作らなければ、再エネ電力の普及は難しいと思われる。

問 電力の安定供給のための需給バランスを取るためには、出力調整可能な回転軸を有する発電技能が必須になる中で、火力発電の在り方を伺う。

答 現在、日本のエネルギー発電の大宗を占める火力発電のうち、U S Cは、水を630℃、250気圧程度まで温め、ボイラーで沸かした蒸気を三段のタービンで回すという非常に効率の良い方法である。また、ガスタービン発電は、1,650～1,700℃という高温でガスを燃やす方法である。前者は、大型で非常に効率は良いが小回りが利かない。後者は、ジェットエンジンのようなものであり、柔軟に動かし変動に対応することが可能である。前者の燃料は石炭の微粉炭やアンモニア、後者は天然ガスや水素という形になってきており、これを今後どううまく使っていくかが焦点である。一方で、電力需要を制御するデマンドレスポンスのようなものを社会に組み入れていくことや、E Vの電池をうまく使うことも非常に有効だと考える。

再エネの時代を考えると、一次エネルギーが電気で二次エネルギーが何か、そして昼に電気が安くなる可能性がある。そうしたことを複合的に考えると、例えばU S Cや原子力発電による24時間高品位で安定的に供給される産業向けの高品位な電力の系統と、デマンドレスポンス等とリンクした、比較的周波数、電圧の変動のある、安価な再エネ由来の低品位な電力の系統とをある程度分けて、両者が併存してもいいと感じている。

答 2050年カーボンニュートラルは2030年までに十分削減されることが前提でありパリ協定に整合することから、電力の安定供給を断片的に見るのではなく、それに見合った火力発電から再エネへの移行プロセスが事業者と国民にきちんと示されることが最も大事だと考える。電源構成の8割近くを占める火力発電を今すぐ再エネにすべきとは誰も考えていない。

再エネ比率はまだ20%程度であり、2030年頃までに50%以上にすべきとの声が高まっているが、そうした拡大プロセスにおいて求められる安定供給に向けた調整としてまず必要なのは、北本連系線の整備を早急に行う計画を公表し、北

海道で再エネ事業が十分成り立つことを示すことである。そうした計画を早く出していけば、再エネは急速に拡大し、10年程度で相当のめども立っていく。他の地域でも、関係者は日本の再エネには現在の電力需要を賄うポテンシャルは十分にあり、うまく活用する方法で増やしていくと繰り返し述べている。

世界での様々な経験に照らし、必要な電力需給バランスを取るための技術は、ダイヤモンドリスポンズも含め、日本でそのまま利用できるものばかりであり、それをマネジメントするビジネスも必要と考える。欧州では、再エネをうまく活用するための仕組みづくりのビジネスが相次いで誕生したが、そうした取組によって相当の部分は調整でき、その上で、EVや水素の利用等を含めて調整できるところがあるものとする。また、各事業者は化石燃料依存から再エネへの移行プロセスを株主や投資家に示すことが求められているが、国も同様のことを示していく必要がある。その際、石炭火力発電はアンモニア混焼で継続使用するといった話が入ってくると、国がどちらを向いているのか分からず、無駄な費用と時間を使うことになって、結局は世界の市場も本当に微々たるニッチ産業にしかならないといったことが見えてくるのではないかと思う。

日本が抱える本当に大きな問題は、石炭火力発電所を1,400万kWも新設したことである。これは政策の誤りと考えるが、石炭火力発電を何とか利用するためアンモニア混焼という無理をして、極めて使いにくい石炭火力発電を残すことは、大局的に日本経済のためにはならない。どこかで見切らないといけないことを国民も理解する必要があり、国会議員にもそうしたことは十分に検討していただきたい。

(2) 資源エネルギーの安定供給実現への提言（令和4年2月16日）

参考人の意見の概要及び質疑における主な議論は、次のとおりである。

（意見の概要）

社会保障経済研究所代表 石川 和男 参考人

冒頭、近年の国内エネルギー政策の動向と情勢の変化について、自分なりに俯瞰したい。第1に、2011年3月11日に起きた東日本大震災以降の原発の稼働状況である。東北地方の原発は地震では何も起こらなかったが、その後、大津波で大変な被害を受けた。東電福島第一原発は、地震で緊急停止した後の津波によって核燃料を冷却するための電源が壊れてしまい、あのような放射性物質の放出を起こした。東電福島第一原発事故以降、原発を非常に忌避する空気が蔓延して、まだ拭き切れていないのが現状である。原子力規制委員会が設置されるなどの新たな動きがあり、西日本の九州電力、四国電力、関西電力では原発が再稼働してそれなりに電力を供給しているが、東日本では全く動いていない。原発の稼働させな過ぎは許されず、このような政治や行政ではいけない。目の前にある大量、安定、安価な電力供給源を止めているために、様々な方面で影響が出ているということを国民の代表者である国会議員にも改めて認識してほしい。

第2に、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（FIT法）で固定価格買取制度（FIT制度）が創設されたことに伴う太陽光バブルと乱開発である。2012年7月に同法が施行された当時、太陽光発電を中心に買取価格が余りにも高値に設定されていたため、バブルが起きることを懸念していたが、案の定そのとおりとなった。再エネは、日本の領土、領海内で生産される大変重要な国産エネルギーであり、再エネの振興は、言わばエネルギー政策の柱の一つであるが、その過程で余りにも乱開発が行われているため、昨今では全国の地方公共団体の約1割が、太陽光発電の開発を規制するような条例を制定している。こうしたことは真摯に反省しなければいけない時期に来ている。

第3に、2016年の電力小売全面自由化による大型電源の投資環境の悪化である。以前から、電力やガス等のエネルギー産業にある程度の競争を起し、自由

化という名目の下でコスト競争を行う環境整備が進められていた。このことも非常に重要なことではあるが、2016年の小売全面自由化については、大型電源である原子力発電、火力発電、大型水力発電に対する投資インセンティブがそがれることを懸念していた。太陽光発電や風力発電は、FIT制度で約20年間にわたって投資回収できる仕組みが用意されているが、大型電源については、それまでの総括原価方式がやり玉に挙げられて廃止となった。このことは、安定供給の本当に大事なところを自由化の名の下で忘れかけているように思われるため、リマインドしておきたい。

また、最近の国際エネルギー情勢の変化について、まずは2020年以來の天然ガスや原油価格の高騰が挙げられる。その理由は様々だが、昨今ではロシアとウクライナの情勢が非常に緊迫している。1970年代にはオイルショックがあったが、今回の天然ガス危機により、エネルギーを海外に依存せざるを得ない脆弱なエネルギー構造について、日本がどのような改善点を思い起こせるかが勝負となる。

これら内外の変化による日本の経済社会への影響を見ると、第1に、ここ10年で電気料金が2～4割程度上昇し、生活や産業のコストに大きく響いていることが挙げられる。昔、当時の大蔵省の職員と議論した際、消費税の引上げは、店先での生鮮食品等の価格に反映されるため、庶民にとって非常にインパクトが大きく、大変だと言っていた。しかし、電気や都市ガスの料金については多くの人が自動引き落としにしており、その料金の合計は見ても明細までは見ないため、負担増に気付きにくい。こういうところに消費税との違いがあろう。

そして、第2に、化石燃料の安定供給源の面からの検討を要すること、第3に、再エネ導入には長期間を要し電源構成は容易に変わらないこと、第4に、メディアやSNSを中心とする3.11の原発事故や最近の脱石炭等に関する風評に対して、政治が連戦連敗中であることが挙げられる。

以上を踏まえ、エネルギー政策について提言を行いたい。まず短期的なものの第1は、国政判断により、原発のフル活用で電気料金を引き下げる方向に誘導することである。電気料金は、生活コストだけでなく、産業競争力の源泉である。現在、電気料金が高いのは、明らかに3.11の原発事故をもってほとんどの原

発を止めたことが理由である。人類は今まで、1970年代後半の米国のスリーマイル島原発事故、1986年のソ連のチョルノービリ（チェルノブイリ）原発事故、そして3.11の福島での原発事故という三つの大きな原子力事故を経験している。それぞれ国や事故の事象も違うため一概に比較することは難しいが、米国も旧ソ連も事故を起こした原発以外は通常稼働しているのに対し、日本だけ一部を除き再稼働や工事再開が認められていないことは疑問に感じる。

当然、原子力規制委員会の新規制基準を守るための工事は引き続き行わなければならないが、原子炉と直接関係ない工事を行っているときまで発電を止めておくのはおかしい。一地方公共団体の判断によってできるものとはとても思えないので、国政が向き合ってほしい。

第2に、電源構成における火力発電と原子力発電の割合を2010年以前に戻して、原発の再稼働による収益で再エネ賦課金の負担を減らすことである。再エネは国産エネルギーであるから当然振興していくべきだが、その費用は高額であり、各家庭の電気料金における賦課金の額は消費税よりも高くなっている。その上、原発が稼働停止しているため、2011年以降、年間約2兆～4兆円の火力発電の追加燃料費がかさんでいる。

消費税1%は年間約2兆5,000億～2兆6,000億円に相当するが、幼児教育無償化という今後の少子高齢化対策に極めて重要な財源として消費税を8%から10%に引き上げる際に選挙を何度も行った。電気料金として回収される賦課金については、大きな金額でありながらほとんど議論されていない。再エネ振興のためにはその程度の規模の財源が必要であることは事実だが、先に述べたとおりにすれば、相殺するぐらい安くする余地が出てくる。こうした大きな仕事は国会以外にはできないので、今一度検討してほしい。

第3に、大型電源への投資を安定的に回収できるようにすることである。先に述べたように、再エネと異なり、大型電源は投資市場として魅力がなくなっている。実際、電力自由化を始めた欧州では電源が不足する事態も生じており、早晩見直しがあるのではないかと懸念されている。日本も、欧州より先にこの点に気付いてほしい。

次に、長期的な施策について提言を行いたい。まず、再エネは全部利用するこ

とである。現状では、全ての再エネを使ってはおらず、特に、春や秋は需給が緩和する。九州電力管内では毎年、出力制御を行っており、せっかく太陽光でつくった電気が利用できていない。本来、余った電力は蓄電池への充電や、水素に変えて蓄エネすればよいが、現時点ではまだないため、政策資源をそこに対して傾注するべく、国会も方向性を示してほしい。

それから、再エネそれ自体についても、10年後を心配している。大型電源は総括原価方式の廃止によって投資しにくい状態になっているが、このままでは再エネも同じ道をたどることになる。再エネの主力電源化を標榜する以上、自由化を進めてFIT制度等を廃止するのではなく、長期にわたる投資回収を担保する措置を改めて考えるべきである。

また、日本で再エネを振興するとなると、太陽光発電にはかなり導入余地があり、東京都等では既設の屋根や構築物の上に太陽光パネルを置こうとの動きがあるが、将来的には大量の廃棄パネルが必ず出てくる。これについては適切なシステムをつくる必要があり、場合によっては、原子力発電のように処分地を指定して処分場をつくらなければならない状況が来るかもしれない。

エネルギー政策を考える視座について述べたい。第1に、感情論を抜きに数字をもって思考することである。

第2に、風評やデマを見極める眼力を持つ必要がある。例えば、日本は再エネ後進国というのは間違っている。風力発電はやや遅れているものの、水力発電や太陽光発電は世界でも10位以内であり、特に太陽光発電は世界3位である。また、再エネ推進が世界の潮流であることは事実だが、脱原発はそうではなく増加している。さらに、化石燃料を非常に忌避する空気があるが、遠い将来に再エネや新エネルギー等に移行するという政治的な標語は掲げつつも、世界では依然として化石燃料が大宗を占めるという現実をきちんと認識した上で、中長期的な政策の方向付けを国会でも行ってほしい。

最後に、政府が示す2030年度における電源構成であるが、ここでは、再エネが36～38%と最も大きな割合を占めている。しかし、内訳を見ると、上位から、原子力、天然ガス、石炭、そして太陽光、水力となる。そのため、今後は、再エネ

や化石燃料で一くくりにせず、きめ細かく政策を打っていくことが大事である。

東京工業大学特任教授

北海道大学名誉教授 奈良林 直 参考人

再エネの限界そして原子力発電の活用に向けた諸課題とその解決法について述べる。

まず、再エネは不安定であり、結果的に高コストになることを説明する。世界の太陽光の発電能力ランキングにおいて日本は3位である。1位は中国の254GWで、100万kWの原発1基は1GWなので254基相当に上り、2位は米国の74GWである。3位の日本では、かつて54基の原発が稼働していたが、今や太陽光発電がそれを上回る67GWの巨大電源となっている。4位はドイツの54GWである。国土面積当たりの発電能力で見ると、日本は世界で最も高い177kW/km²と、世界でも有数の太陽光発電大国となっている。

他方、1kWhの発電をしたときにどれだけのCO₂を排出したかを表す排出係数という指標で整理すると、太陽光発電の上位4か国はどちらかと言えば世界の脱炭素後進国であり、このことは大きな問題であって再エネの限界であると考えている。

排出係数が一番小さいのは電力のほぼ100%を水力発電で賄っているノルウェーで、CO₂排出量は僅か13gである。2位は水力発電と原子力発電がほぼ半々のスイスで42g、スウェーデンが46g、原子力発電が七十数%を占めるフランスが70g、ナイアガラの滝での水力発電そして原子力発電が多いカナダが続く。これらの国の共通点は、水力発電により、あるいは原子力発電と組み合わせて、CO₂をほとんど排出しない実績をつくり上げていることである。排出係数で見ると、水力発電を中心とする国から始まり、原子力発電、風力発電、太陽光発電、そして特段の対策を講じていない国という順に係数が大きくなっている。太陽光発電の上位4か国では米国が440g、ドイツが472g、日本が534g、中国が720gである。

このような形になる理由を更に分析する。日本の2020年の電源構成は、再エネ

20.8%、石炭火力発電27.6%、天然ガス火力発電35.4%、原子力発電は特定重大事故等対処施設（特重施設）の工事の遅れで幾つかの原子炉が停止し4.3%となっている。ドイツの2019年の電源構成は、再エネ39.7%、火力発電43.7%、そして火力発電と原子力発電の合計は56%である。このことはつまり、気候や気象により不安定な変動電源と呼ばれる風力発電や太陽光発電を使用するには、安定化を図るために火力発電や原子力発電が必要ということである。日本の太陽光発電の設備利用率は13%にすぎず、仮に太陽光発電だけで電力を供給しようとする、電力需要の7.7倍の太陽光パネルを設置した上で、夜間等の電力需要に対応するための蓄電や水素製造を行う必要がある。この場合には、蓄電池や送電線の整備等に係るシステムコストとして約1,000兆円を要し、太陽光パネルの価格が下落してもその他の部分で多額の投資が必要となることは経済協力開発機構（OECD）のデータでも裏付けられている。

こうした中、私が注目するのは福島県浪江町にある水素工場であり、ここでは再エネ電力で分解した水素を蓄えて燃料にする取組を行っている。電気分解の効率は80%であり、分解した水素を燃焼させた場合の効率は60%、燃料電池の効率は70%であることから、掛け合わせると50%を超える効率になることもある。このような取組によって再エネをうまく活用したエネルギー供給が可能になると期待している。

また、バイオマスはグリーンと言われるが、現状では、熱帯雨林の伐採で得た木材チップが欧州に運ばれて発電に使用されている。日本でもバイオマスの反対運動が起きており、環境を破壊するバイオマスの推進は許してはいけない。

さらに、日本の産業用電気料金が主要国で最も高額となった結果、日本の産業が凋落しているという問題が生じている。2010年には、国内の太陽光パネルの87%を日本のメーカーが作っていたが、電気料金の高い日本で製造すると非常に高価格となるので、2019年のシェアは17%まで落ちている。現在は圧倒的なシェアを中国に握られてしまい、日本に太陽光パネルを敷き詰めると日本の資金が中国に行ってしまうという図式になっている。

そして、EVは環境に優しいということで、世界中で普及が始まっている。E

V等のランキングでは、1位が米国のテスラ、2位がドイツのフォルクスワーゲン、3位が中国のBYDで、日産は14位、トヨタは17位まで順位を落としている。このままEVが普及すれば、日本は中国製の安いEVを輸入する国になってしまう。このように日本の基幹産業である自動車産業が危機に瀕している厳しい現実を認識する必要がある。

エネルギー革新を制約するのは、リチウム、黒鉛、コバルト、ニッケル、レアアース等があり、こうした資源がこれまでの何十倍も必要となるが、中国はこれらをしっかり押さえている。中国は非常に緻密な将来計画の下でエネルギー政策あるいはEVに係る政策を講じており、ほとんど対策を講じてこなかった日本は敗退するのではないかとの強い危機感を持たざるを得ない。

また、日本はかつて世界一の鉄鋼、粗鋼の生産国であったが、現在、世界の鉄の約半分を中国が生産している。1位が中国の宝武鋼鉄、2位がルクセンブルクのアルセロール・ミタル、3位及び4位が中国企業で、日本製鉄は5位、JFEスチールは14位まで順位を落としている。さらに、自動車用鋼板は高い品質が要求され利益率も高いが、日本製鉄はアルセロール・ミタルと合弁で、日本にではなく電気の安い米国に電炉工場を建設する。すなわち高い電気料金は日本にとって死活問題になりつつある。

さらに、2020年の一人当たりの国内総生産（GDP）を見ると日本は23位であるが、1位はルクセンブルクで、同国にはアルセロール・ミタルの本社がある。2位のスイス、3位のアイルランド、4位のノルウェーにも多国籍企業や電力多消費産業が興っている。

このように、エネルギーがその国の経済成長を決める。成長している国には世界から投資が集まる一方で、日本は成長できず順位を落としている。日本の金融資産は米国のウォール街を經由して成長している企業に投資されており、結局、日本の資金が中国や欧州の成長国に集まっている。そこで、日本で強い成長力を持つ産業を育成するための成長戦略を構築しなければならない。

再エネ分野では、洋上風力発電が有望とされており、日本の重点的な投資対象にもなっている。陸上及び近海では強い風が吹かず、日本には遠浅の海が少ない

ことから、浮体式風力発電に頼らなければならないが、海中の送電を担う重要技術であるダイナミックケーブルの技術的な見通しが得られていない。技術的に未解決の部分を残した設備に対して、国が大きな投資をしてよいものか、大きな問題だと考えている。

そして、再エネが普及する中、様々な気候変動が世界中で停電を引き起こしている。2019年1月に、スウェーデンで暴風雪による大停電が発生した。国民は気温がマイナス20℃や30℃の場所から電気が通じている場所まで、命からがら逃げ出したと聞いている。こうしたことから、スウェーデンは、世界で初めて国民投票で脱原発を決めた国だったが、脱原発政策を破棄することとなった。

日本でも電力需給の逼迫が続いており大停電の直前まで行ったことがある。2021年1月に、電力の7%を供給していた太陽光発電が大雪の影響で最低2%にまで減少した。同時に寒波で電力需要が急増し、天然ガス火力発電の割合が34%から44%まで増加した。液化天然ガス（LNG）は2週間しか蓄えられないため、高いLNGをスポットで買わざるを得ず、2020年5月の価格と比べ、2021年1月に18倍、10月には31倍へと高騰した。近年、天然ガスの使用が世界中で増えていることから、世界一高い日本の電気が更に高くなる悪循環に陥る可能性がある。

米国のカリフォルニア州では熱波で電力需要が伸び、計画停電を余儀なくされたほか、テキサス州では電力の23%を供給していた風車の半数が寒波による凍結で停止し、大停電が起きて数十名が亡くなった。原発もセンサーが凍結して一時停止に陥った。このように世界中で停電が発生している。

最後に、原発の新規制基準について説明すると、東電福島第一原発事故は深刻な被害をもたらしたが、フィルタベントを据え付けられていれば被害を抑えることができたと考えている。このフィルタベントは高性能化しており、万一、事故が発生した場合でも放射性物質を1億分の1まで減らすことができる。新規制基準の導入によってフィルタベントが各地の原発に据え付けられたことで、日本の原発の安全対策は飛躍的に向上した。

世界では原子力発電を積極的に活用していこうという潮流が生まれている。欧州は原子力発電に回帰し、数千人の人材が集まっている。そして中国でも原子力

発電を使うという時代となった。なお、小型モジュール炉（SMR）については、東京工業大学でも研究開発を進め人材育成に努めている。

特定非営利活動法人環境エネルギー政策研究所 所長 飯田 哲也 参考人

気候危機及び資源エネルギー戦略のいわゆる一丁目一番地は、再エネ、特に太陽光発電と風力発電、省エネ、そしてモビリティ転換である。

2021年、岸田文雄内閣総理大臣はCOP26に出席し、前回に引き続き、化石賞を受賞した。2030年度の温室効果ガス削減目標について、菅義偉前総理大臣が、トップダウンで2013年度比46%減としたことは非常に評価できるが、国際的に見れば、その削減目標も、実現するための政策も、不十分との評価であった。経済産業省は、第6次エネルギー基本計画で何とか数字のつじつま合わせをしており、2030年度の太陽光発電を2021年のほぼ倍へと増やしているが、このささやかな目標も達成できないことを懸念している。

今、世界のエネルギー地政学の常識が大きく変わろうとしている。2019年1月の国際再生可能エネルギー機関（IRENA）のレポートでは、従来のエネルギー地政学は言わば石油をめぐる国際政治だったが、今後は再エネの中でも特に太陽光発電と風力発電を中心に、その技術と市場を持つ国が力を握るとした。さらに2022年のレポートでは、グリーン水素市場が拡大するとしている。

2021年に世界の太陽光発電の設備容量は183GW増加し累積930GWとなり、風力発電は約70GW増加し840GWとなった。原子力発電は390GWとなっている。発電量でも、太陽光発電は2011年には世界の発電シェアの僅か0.4%だったものが2021年に4%、風力発電は2%から6.4%へと拡大し、合わせて10年間では5倍増となった。

電力やエネルギーの構成は容易に変わらないとの従前の常識を打ち破ろうとしているのが、太陽光発電、風力発電及び蓄電池である。いわゆる技術学習効果によって、つくればつくるほど性能が良くなり価格も安くなる。安くなるから普及し、また性能が良くなって更に安くなる。このすさまじい勢いが、単にエネルギーの中身が変わるだけでなく、産業構造も含め根こそぎ変わる破壊的変化と

なっている。太陽光発電のコストはこの10年で10分の1、風力発電は10分の3になったが、原子力発電は高くなる一方である。私が再エネ分野に取り組み始めた30年前には、太陽光発電と風力発電が中心になるとは想像しなかった。10年前でも太陽光発電はコストが高いためFIT制度が必要と言われてきたが、今や太陽光発電と風力発電が1番目と2番目に安いエネルギー源になった。過去70年間の化石燃料価格推移と比べても、太陽光発電、風力発電、蓄電池の価格は、隕石の落下のような勢いで下落し、リチウムイオン電池も30年でコストが97%低減し、IEAを含む世界の主要機関で、2050年に向けて太陽光発電と風力発電がエネルギーの大半を賄うとのシナリオに変わった。専門家や典型的なエネルギー企業は10年前には本気にしていなかったが、今は常識が完全に変わったことを認識する必要がある。

一方で、原子力発電についてはSMR等に期待が高まっているが、現実には惨たるものである。世界で稼働している415基の原子炉年齢は平均31年で、既に廃炉となった原子炉の平均寿命は27年であった。日本も含め、原発は1970年代から1980年代に大量に建造され、既に多くは老朽原発となっている。そして現在、新造原発は中国が多いものの年間で5、6基である。これからは大量廃炉時代を迎え、世界の原子力発電の総発電量は今後急速に低下していく。加えて、原発を新設しようにも、安全規制が厳格化しており、太陽光発電等とは逆に、造れば造るほどコストは高くなり、しかも巨大化、複雑化している。欧州では、英国のヒンクリーポイントC、フィンランドのオルキルオト3号機及びフランスのフラマンビル3号機は、コストが何倍にも上昇している上、建設が大幅に遅延し現在も完成しておらず、このように原子力発電をめぐる状況は混とんとしている。

21世紀のための自然エネルギー政策ネットワーク（REN21）の最新データによると、日本は太陽光発電で世界3位だが、そこには光と影がある。「光」の部分は世界3位の累積設置量で、「影」は制度設計の失敗に起因する負の連鎖である。FIT制度は2000年以降、世界の多くの国が導入して広がっていったが、日本のFIT法は当初のドラフト作成から11年経った2011年に成立した。日本はFIT制度を世界で最後の方で導入したが、それまでの間、世界各国では様々な失

敗があった。日本のFIT制度の唯一かつ最大の失敗は、2012年の制度導入当初、国が事業者の設備計画を認定した年の価格、すなわち2012年40円（税別、以下同じ）/kWh、2013年36円/kWh、2014年32円/kWhで買取価格を世界で唯一固定したことである。制度設計は極めて慎重にすべきにもかかわらず経済産業省が世界の先行事例に学ばず導入したため、これは儲かると申請ラッシュが起こり、この3年間の買取費用がFIT制度に伴う国民負担の半分以上を占めることとなった。ただし、これは20年で無くなり、その後電源だけは30～40年は使える。FIT制度をめぐる問題はこの当初の価格設定にあり、このため経済産業省が後追いで様々な規制を講じたことが最大の問題であって、今は政策自体が混とんとし、2020年の新規認定は僅か0.9GWにとどまり、このペースで行くと2030年のささやかな目標でさえ実現できないだろう。一方、各国は太陽光発電を2030年までに増やすとしており、中国は2億5,000万kWから9億kW、米国は1億kWを5.5倍に、ドイツは2050年の再エネ80%の目標を2030年に前倒しし55GWから200GWとした。日本は65GWを120GWとする目標も小さいが、恐らく80G～90GW程度にとどまるのが最大の問題である。脱炭素と再エネ目標の大幅引上げには、太陽光発電と風力発電をどう増やすかが重要であり、圧倒的に高い国家目標を掲げ、また蓄電池そしてEV化の加速も必要である。そして、再エネ最優先の原則を徹底しつつ、政策をバックキャストで再点検していく必要がある。

原発等をベースとしたベースロード電源は、独占的な電力市場での古い考え方であり、既に世界では、太陽光発電と風力発電を中心とした自然変動型電源を電力系統が柔軟に受け取るという柔軟性パラダイムの考え方によって変わってきている。これは、火力発電によるバックアップのほか、電力の輸出入、電力市場、AIを使ったリアルタイムの天気予報や需要側管理さらにデマンドレスポンス等、様々な手法を駆使して自然変動型電源を吸収しようというものである。この自然変動型電源の導入に向けては4段階あるが、日本全体では、系統に若干の影響が出る第2段階に入ったところである。九州は第3段階にあり、電力需要の少ない春に原発が4基全て稼働するときは、太陽光発電を出力抑制しているところを水素に使うなど、柔軟性の知恵と技術が必要となる。九州の自然変動電源比率は僅か15%

だが、60%に近づいているデンマークや豪州南オーストラリア州であっても十分に吸収している。デンマークの風力発電は変動が激しいが、地域熱供給のコージェネレーションを使用したり風力発電による電気を熱に変えたり水素を作ったりしている。このように、世界各国は、風力発電や太陽光発電を中心とした電力システム、エネルギーシステムをどう構築するかを競っている現状にある。

再エネ政策について二つの見直しを提案したい。一つは、住宅用太陽光発電の余剰分の一律価格での買取りの廃止である。そして太陽光発電と蓄電池のセットで、昼間は電気を買わず、電気使用量の増える朝夕は、昼間に蓄電池でためた電気を逆潮流して電力会社が買い取るようにすることで蓄電池の普及もできる。米国のハワイ電力では、スマート逆潮流として導入されており、同電力の8割程度が太陽光発電と蓄電池とのセットで急速に普及している。現在、九州では太陽光発電の普及により昼間の電気の市場価格は0.1円程度だが、昼間の余剰分を売らずに蓄電池にためて夕方放出することにすれば、需給調整上もメリットがあり、市場安定化にもつながる。FIT制度はそういう形でより賢く使う必要がある。もう一つは、豪州で始まっているコミュニティー蓄電池、すなわち蓄電池をコミュニティー単位で導入し、近所で電気を融通し合えるように規制緩和していくもので、非常に効果的と考える。

太陽光発電のコスト低減は、民間の努力に加え、国等の規制側も努力が必要である。米国はエネルギー省が主導して規制を合理化し、それまで自治体ごとに異なる規制のため24日間掛かっていた許認可手続きがインターネット活用によって半日で可能となった。また、ハワイ電力は、電力の系統連系時間の迅速化のため、書類作業を後回しにして連系する「クイックコネクト」を開始している。

蓄電池の10年と呼ばれる時代になり、EVと電力定置型で蓄電池市場が急激に拡大し、その約95%がEVで残りが電力である。大変なイノベーション力とスピード力を有するテスラを他の企業が必死に追随する中、日本はかなり立ち遅れており、日本の自動車産業の行く末を非常に心配している。EVは世界全体で倍増し、欧州と中国を中心に爆発的に普及拡大している。日本の自動車産業の対応は産業政策として非常に重要だが、EV化と自動運転は特に社会全般への影響が

極めて大きい。モビリティ化は、雇用に多大な影響を及ぼすため雇用に係る再教育の必要性等が言われており、自動車産業への影響のみならず、社会全体の影響をしっかりと検討し施策を講じていくことが政治の役割と考える。

（主な議論）

【電力の安定供給】

問 日本は、電力の周波数帯が東西で異なり、国土が南北に長い特殊な構造のため、広域での電力融通は大陸に比べると容易ではない。また、電力市場では、中長期的に再エネが増加する流れの中で、原発はほとんど稼働しておらず、出力調整の主要なプレーヤーである火力発電は脱炭素、カーボンニュートラルという中で厳しい意見が増えている現状にある。こうした中、電力の質を担保する過程において、特に日本の国土や周波数の特殊性を踏まえて進むべき道を伺う。

答 稼働停止している原発が担っていた部分は、当然、石炭火力発電とLNG火力発電に頼らざるを得ない。一方で、太陽光発電、風力発電は、現在の技術ではまだ不安定さを免れない。しかし、長期的には、蓄電池や水素等に形を変えて貯蔵する蓄エネが、合理的なコストの範囲でできる時代が必ず到来するので、そうなれば太陽光発電や風力発電が安定電源の一つとして評価されようが、5年後、10年後の実現はなかなか難しいだろう。

電力市場は、電源の規模、供給方法、コスト等が分かって初めて安定するものである。そのため、短期的には、既設の原発を早く再稼働し、得られる収益を電気やエネルギーを貯蔵する技術等に投資すべきである。また、火力発電については、カーボンニュートラルという流れはあるものの、アンモニアとの混焼、あるいは発電事業者に対して再エネとのパッケージで相殺させるなど、初めのうちは脱炭素よりは低炭素で進めていくことが政策の役割と考える。

答 火力発電所と原発には大きな蒸気タービンがあり、この回転エネルギー、すなわちイナーシャが負荷変動を吸収し電力を安定化させている。全ての50Hz、60Hzの蒸気タービンは、時計の秒針のように、回転数も位相も一致して、まるで歯車でつながっているように回転している。

今後、脱炭素の推進で石炭火力発電も利用できず、原子力発電も増えにくいとなると、系統が非常に不安定になる。太陽光発電所が原発近辺に立地されることがあるが、既に大需要地までの送電線が整備されている原発と接続することで、コストを掛けずに送電でき、系統の安定化も図ることができる。このように、イナーシャを持った大きな蒸気タービンを利用する原発や火力発電所は電力の安定供給にとって極めて重要である。

また、短時間で出力変動する太陽光発電や風力発電に対しては、火力発電だけでなく原子力発電にも負荷追従に対応する機能を持たせる必要がある。従来、原発は100%の出力で稼働させていたが、今後、再エネが急速に増加したときに電力系統の安定とCO₂削減のため、こうした技術が非常に重要になるだろう。こうした中、小型で非常に負荷追従しやすく、万一事故が起きても自ら冷却する機能を持つSMRが、安定と安全の両方を満たす電源として注目を集めており、その機能は既存の大型炉にも反映する必要がある。このように安全性を確保しながら電力を安定供給することが原子力発電の役割である。

答 電力の安定供給で回避すべきは停電である。停電は需給バランスが崩れて起きるが、更に短い時間でも周波数変動による停電が問題となる。太陽光発電と風力発電は自然変動するが、これは不安定ではないということが世界の共通認識である。すなわち、数が極めて多いため、多少のトラブルがあっても全体のごく僅かで大きな影響はないということである。石炭火力発電のような集中巨大電源の方が突然止まると不安定であり、また、原子力発電というインパクトの大きい電源が計画外で止まるといったことが、電力の安定供給には多大な悪影響を及ぼす。

例えば、デンマークは、現在、世界で最も再エネ比率、特に風力発電の比率が高い国だが、世界で最も停電比率が低く日本の3分の1程度であって、ドイツも日本の3分の2程度の停電比率である。このように、停電は再エネとはあまり関係がなく、柔軟性を徹底することで抑止できる。また、豪州の南オーストラリア州では、2016年の全州ブラックアウト以降、テスラの超巨大蓄電池を導入し、それ以降、何回か停電を引き起こしかねない周波数変動が起きたが、

全てこの蓄電池が吸収した。かつては、イナーシャがあった方が周波数調整できるという常識はあったが、最近では、デジタルがあれば全て周波数調整でき、イナーシャは不要と言われており、火力発電を廃止しても問題はない。

融通の利かない原子力発電と融通の利きにくい石炭火力発電が、いかに再エネ導入を邪魔しているか、九州での広域融通や再エネ導入の取組を見ればはつきりしている。

問 電力の安定供給の観点でのSMR等の新型の原発と再エネとの比較について伺う。

答 SMR等と再エネとの比較については、太陽光発電と風力発電の天候変動性を制御する蓄電等の技術は、未実用又は一部実用化されてもコスト面から普及しておらず、現在、不安定とされている太陽光発電や風力発電を技術的側面で安定化できれば望ましいが、SMRが実用化されたときに、どこまで進んでいるか次第だろう。

したがって、現時点では、安定性という意味で原子力発電や火力発電は当然優位であって、天候変動のある太陽光発電や風力発電とは明らかに異なる。ただし、将来においては、技術がどこまで行くか次第である。

答 米国原子力規制委員会（NRC）は原子炉監督制度を導入した。そして、各原発の通信簿、すなわち成績の良い発電所やトラブルが多い発電所の順位付けが公開され、株価に影響することから、経営者は安全性の向上とトラブル減少へ真剣に取り組む方向に舵を切った。米国の原発の設備利用率は一時期60%台まで落ちていたが、現在は90%を超える。基数を増やさずとも、運転期間の延長や出力向上によって、電力安定供給できている。日本も再稼働に当たって、こうした取組を行うべきである。

また、日本が英国に輸出しようとしていた原発は、自然冷却力を用いて安全性を担保する仕組みを取り入れた大型炉であった。こうしたことについて、国、産業界、学会、規制側一体で、2030年までに、沸騰水型と加圧水型それぞれに対し、どういう最新型炉がよいかを定める機関が必要である。

SMRが稼働するのは早くて2028年と言われるが、日本としては、水力発電

や原子力発電を使用する国が最も早くCO₂の排出係数を下げている実態を踏まえ、脱炭素化が求められる時代においては、慎重にその開発状況をしっかり確認して進めていくことが必要と考える。

答 巨大電源の計画外停止は非常に不安定である。他方で、太陽光発電と風力発電の自然変動は、現在も九州地方から中国地方へと電力を融通しているように、既に系統全体の中で調整する技術はある。さらに、天然ガス火力発電での調整のほか、世界に冠たる3,000万kWの揚水発電といった既存設備を需給変動対策に活用している。

太陽光発電も蓄電池も10年でコストが10分の1まで下がり、この先も同様のペースで下がっていく。蓄電池に必要な鉱物資源の問題については、蓄電池はコバルトを用いない方向へと進んでおり、中国ではLFPというリン酸鉄リチウムを用いた蓄電池の大量生産が始まっている。これは極めて安価であり、今後、天然ガス火力発電を置き換える形になっていくものとする。

再エネ比率の高いデンマークやドイツは、日本よりも停電率が低く、安定供給と再エネの利用とは関係がない。北海道のブラックアウトのように、むしろ巨大電源が突如停止する方が停電リスクがある。

太陽光発電と風力発電を軸に、蓄電池を急速に普及させつつ、既存の揚水発電、そして需要側管理等を十分に活用して、再エネベースの電力供給、さらに水素を含めた、いわゆる低炭素、脱炭素型のエネルギー社会へと切り替えていくことが、化石燃料の輸入を減らすことができるので、エネルギーセキュリティ的にも、マクロな安定供給にも通じると考える。

【原子力発電】

問 原発の在り方を考えるに当たり、その優位性だけでなく、原発のコストや安全性、さらに最終処分等、トータルで解決するための方策を伺う。

答 既設原発のコストは安い。経済産業省の試算もあるが、これは理想的なケースであって、実際には市場で決まると考える。また、高レベル放射性廃棄物は処分前に30～50年間の冷却期間が必要だが、日本で始まった地層処分調査も早

くて30年程度を要し、その冷却期間は全体計画の時間軸に合うことになるため心配しておらず、さらに、この高レベル放射性廃棄物は非常に安全に遮蔽されている。

答 欧州で原発建設コストが上昇したのは建設工期延長を主因とする人件費増である。それを解決するため世界的に主流になっているのがSMRであり、工場でモジュラー化し現地で簡単に設置できて建設工期を延ばさないため、普及の兆しを見せている。

高レベル放射性廃棄物は、再処理すると10万年の保管期間を8,000年程度へと短縮できる。さらに、高速炉を有害な物質を燃焼させる目的で使用すれば300年程度の保管で済むようになる。加えて、核融合炉を用いれば、高いエネルギーの中性子で有害な物質を消滅することもできる。SMRの開発を通じて、2050年頃には道筋ができると考えている。また、スウェーデンやフィンランドでは地層処分が具体的に始まろうとしている。

答 SMRはほとんど現実性がなく、太陽光発電や風力発電は何千万と発注されて技術学習効果があるが、SMRはほとんど話だけで終わると私の信頼する専門家は評価している。

高レベル放射性廃棄物の処分は、地層的にも技術的にも日本では難しいだろう。当面は、乾式貯蔵キャスクでの保存に集中すべきで、核燃料サイクルは中止すべきである。そして、日本学術会議の提言のとおり、高レベル放射性廃棄物の総量を決めること、その一方で、乾式貯蔵で何世紀か管理しつつ、最終処分の議論をしていくことが日本国民の責任だと考える。

問 原子力発電技術は、ロードマップを示さなければ、技術者や企業の技術水準を維持できなくなると言われてきたが、原発新設も建て替えもなく、ただ廃炉が増加していく分野が、果たして若手研究者から見て魅力的か伺う。

答 現在、実態として相当深刻となっている。原発メーカー3社はやっとの思いで生き延びており、ある企業では、原子力分野の優秀な技術者が建設工機分野へと配置換えされたり、辞職が増えたりしているほか、様々な研究開発設備が廃棄されたり、10年以上も使われないままになっている。また、大企業のサブ

ライチェーンに数多く存在する技術力が非常に高い町工場や中小企業では、技術の後継者がいない状況が生じている。今までは、世界に冠たる日本の技術で原発を世界に輸出しようというところまで来ていたが、その実力が大幅にそがれようとしている。

可能な限り原発依存度を低減するとの政府の方針では、株主を説得できず、結局、企業は原子力発電に投資できない。そのため、政府は原子力発電の将来ビジョンをしっかりと示すことが大事である。また、今ある原発についても、世代を超えて次から次へと補充できるように人材を育成しておく必要がある。SMRの研究開発を手掛ける米国のニュースケール社は、世界を牽引するような研究会社に試験を全て委託していることで、しっかりとした開発ができていると思われ、だからこそ世界の投資が集まっていると思う。大学でSMRの開発に取り組んだのは、このように新たな未来を感じられるならば、学生がしっかり取り組んでくれるからであり、そうしたSMR等の新しいものに国が支援することが、サプライチェーンの維持や優秀な人材の確保に極めて重要である。

問 東電福島第一原発事故から間もなく11年となる。多くの人々がふるさとを追われ、なりわいを失い、帰還困難区域が今も残され、廃炉の見通しすら立っていない。原発事故は、飛行機事故や自動車事故とは異なり、放射性物質が外部に広がればそれを完全に抑えることはできず、空間的、時間的、社会的に限定することが不可能であるという異質の危険性があると考えるが、見解を伺う。

答 福島の事故は原子力事故、放射性物質の放出ということで、工場や飛行機、自動車の事故とは全く異なるものである。この事故を教訓として、放射性物質の放出が生じないような安全対策を講じて、前に進んでいくべきである。

産業革命以降の人類の歴史において、リスクやメリットを勘案しながら技術を進展させてきたことからすると、原子力事故であろうと火力発電所の爆発事故であろうと、アクシデントやリスクに対応しながら発展していくべきである。

答 福島の事故は、原子力に携わる者として痛恨の極みである。この事故は、規制側が危険をあぶり出し、それを抑え込むことをせずに書類検査をしていたことが問題であった。

また、なぜ放射性物質が外へ漏出したか、なぜ欧州では設置されていたフィルタベントが設置されていなかったかについては、2005年に原子力安全委員会がフィルタベントの設置を強く望むという声明を発表したが、規制側である原子力安全・保安院と電力会社はそれに従わなかったからである。というのは、反対派がフィルタベントを設置するのは事故を起こすからだと言主張するのに対し、電力会社が事故は起こさないで設置しないということになってしまったからである。これが安全神話である。この不幸な事故は、原子力発電を進めるか止めるかという二項対立にしてしまい、原発の安全性をいかに高めるかという議論がされていなかったことに根本的な問題があると思われる。

現在、フィルタベントは全国の原発に設置されている。そのため、万一の事故の際も、防潮堤や注水ポンプ等だけでなく、深層防護の観点から、それが作動しなかった場合に備えて設置されたフィルタベントが放射性物質をこし取り、地元で汚染が生じないようにする対策が取られている。しかし、このことはほとんどの国民に伝わっていない。それだけの安全対策を取っていることを是非理解してもらおうとともに、何千人もいる専門家が様々な場で国民に説明できるようにしてほしい。原発に反対か、推進かではなくて、いかに日本の産業を強化するか、国民の命や経済を守るかという観点での議論が非常に大事だと考える。

【再生可能エネルギーと気候変動】

問 再エネは不安定で高コストとの指摘に対して、デジタルの面で不安定さはかなり軽減されるとの説明があった。一方で、再エネ設備の原料となる大量の鉱物資源の調達や送配電問題、環境との調和といった課題等からの否定的な意見もあるが、再エネがトータルとしても優れていることについての見解を伺う。

答 火力発電も原子力発電も、その燃料は地下の枯渇性の資源だが、再エネは一旦導入すれば、その装置はリサイクルもできるため、それを適切に導入していくことで、ほぼ無尽蔵、無限かつクリーンな太陽エネルギー文明に変わっていく。そして、日本でも2030年には太陽光発電が一番安い電源になると経済産業

省が試算しているが、世界では既に太陽光発電と風力発電が一番安い。このように、安くてクリーン、純国産でほぼ無限、無尽蔵のエネルギーに転換できるというメリットをいかすために、例えば自然破壊やリサイクル等の様々な負の部分はどう解決するかが人間の知恵である。

日本の電力を太陽光発電で賄うには、日本の土地の面積の2～3%で十分である。建築物や汚染された土地を優先して活用し、また美しい田畑を潰す必要は全くなく生産性の低い農地で立体的に設置して上で発電し下で農業をする。あるいは最近ドイツ等で広がってきている柵型の太陽光パネルがある。これは一般的なパネルの95%程の発電量だが、これを牧場や農地のフェンス等で活用する。ほかにも、カキいかにパネルを付けて洋上太陽光発電を行うなど、漁業や景観と共存する形で負の部分を抑制しながら推進することも考えられる。

世界の海運の3～4割が化石燃料の輸入に係るものだが、再エネ化が進むことで世界中の化石燃料の輸出入が減少し、海運のCO₂排出削減面にもメリットがある。また、化石燃料の輸入による日本のGDPへのマイナスの影響も抑えられる。このようにマクロで見て明らかにプラスなものを、政治と行政と民間の知恵を合わせて、いかにウイン・ウインにするかというところであり、地域の土地利用や合意形成を所有、参加型としていくことが非常に重要である。

問 脱炭素化は大きな社会経済システムの転換が必要であり、現在求められている気候危機の打開は、格差と貧困を正すことと一体で行われるべきである。社会経済システムの移行に際して、再エネや省エネのような中長期的な投資よりも目先の利益さえ上がればよいとの考え方を正し、既存の利益への固執を排除していくことが不可欠だと思われる。そのために政治に求められることを伺う。

答 1990年代にはEUの事務局はかなり新自由主義的で、再エネの普及策も英国が進めるクレジット取引を支持していた。一方で、特にドイツを中心とする大陸側はFIT制度を支持していたように、EUでもこうしたイデオロギー的な対立があった。結果として、各国が自由に取り組むことになり、2000年代にはFIT制度に圧倒的なメリットがあったため、政府が電力会社等に一定割合の再エネ導入を義務付けるRPS制度やクレジットクォータ制を導入した国は急

速に変化していった歴史を思い出した。そうした中で、ドイツは、FIT制度とともに、地域に根差した形のエネルギー協同組合やシュタットベルケ的なエネルギー自治が非常に進展したが、この10年間でFIT制度から入札制度、フィード・イン・プレミアムと次第に複雑な制度になってきた結果、エネルギー協同組合的なものは激減した。

こうした違いが表れた背景には、非常に大きなイデオロギーとしての新自由主義とコモンズ的なものが制度論に下りてきたことがある。日本の場合は、経済産業省とその周辺の研究者に素朴な新自由主義者が多かったため、政治的なイニシアティブでFIT制度が導入され、その後、国民負担の増大から強引に入札制度を導入したところ、御当地参加型ではほとんど参加できなくなっている。

今後も太陽光発電と風力発電を中心に再エネを圧倒的に増やしていく必要があるが、土地も景観も全て地域の資源で、大事なコモンズである。また、風力発電も太陽光発電も環境アセスメントはほとんど形骸化し、撤退もあり得る事業者と行政が勝手に行うようなところがある。こうしたことから、再エネ事業は地域参加型を軸として、きめ細かな制度設計をしていかなければならない。

問 太陽光発電政策を進めるに当たり、屋根置き太陽光パネルの普及に係る施策の在り方及び使用済太陽光パネルの廃棄策を伺う。

答 屋根置き太陽光パネルの普及については、FIT制度を改め、太陽光パネルと蓄電池とをセットの支援として、朝夕に電気を買取り昼間に買取らないようにすれば、利用者も大きなメリットを実感できるようになる。また、規制プロセスの迅速化、すなわち電力会社に対する接続の申請と経済産業省に対するFIT申請を一元化する。さらに、断熱と一緒に屋根に太陽光パネルを載せると屋根材部分が助かるので、国のグリーンニューディール政策にすれば、経済も活性化するしコロナ禍からの復興にもなる。さらに、太陽光パネルを屋根に設置するよりガレージに設置の方が安価になることがあるので、例えば、太陽光パネルを設置したガレージは建蔽率除外にするなどができれば一気に普及するだろう。

使用済太陽光パネルの廃棄について、環境省は約30年後に約80万tと試算しているが、100万tでもおかしくないだろう。他の廃棄物と比較すると、自動車は大体毎年500万tの廃棄物が出ているが、これは使用済自動車の再資源化等に関する法律（自動車リサイクル法）に基づき回収され、いわゆる最終廃棄となるシュレッダーダストは100万t程度である。太陽光パネルは、100万tが廃棄されても、ガラス、アルミ、銅線、シリコンは大半が回収され、リサイクル率は95～98%となるため、最終廃棄物は恐らく2万～3万t程度であろう。そのため量的にそう多くなく、技術も全て確立されているため心配することはないだろう。

問 水力発電は、土地改良区が管轄する用水の活用等、まだ何十倍もの伸び代があると考えるが、なかなか伸びにくい理由を伺う。

答 水力発電のうち小水力発電は、日本全国で取組が進められており、熊本県の小国町では地域住民が事業者となった小水力発電所と温泉熱を使ったバイナリー発電所の整備・運営の支援を手掛けている。

小水力発電は運営に至るまでかなりの時間を要する。水の利用には、昔から様々な利害と権利関係が複雑に存在するため、こうしたところを丁寧に解きほぐしていく必要があるからである。

地域のエネルギーとして小水力発電は本当に大事である。岐阜県の石徹白での小水力発電のように、新たに水利権を持つ農業組合を設立して皆でエネルギーを共有するという例もあり、目に見える形で地域を一つにまとめるという意味で、十分に可能性がある。

小水力発電は、エネルギーの全体量から見れば大きな供給量は期待できないが、今後、何十倍も増加するだろう。地域を活性化するために住民が小水力発電を一緒に進めていくということには、非常に大きなポテンシャルがある。

温泉も同じであって、地熱発電と言えば温泉組合が反対するが、既存の温泉を利用すれば温泉組合の人が参加してくれる。こうした取組が地域のエネルギーの理解を深めていくため、長い目では非常にプラスになっていく。

【エネルギーに関する国民の理解】

問 政治判断で原発の再稼働を行う場合、瞬間的で表層的な反対寄りの意見が大きくなると想定されるが、政治あるいは行政の強引ともとれる政策を講じることにより、再稼働のメリット及びデメリットに係る国民の深い理解を形成することが可能か伺う。

答 国民は政治にある意味で力を負託している。そのため、ガス危機、オイルショックといった危機に際しては、現行の法律の範囲内で、総理大臣や各大臣が少々強引なことをやっても許されると考える。

原子力発電については、東電福島第一原発事故の記憶は消してならない。他方で、電気料金が急上昇したときには、国民から瞬間的で表層的な反発を招いたとしても国民に適切に説明する。すなわち数字を示して、原子力発電を再稼働することで電気料金が下がることを説明するべきである。政治判断で関西電力大飯原発の3号機及び4号機を再稼働し、実際に関西エリアでは電気料金が下がったこともある。瞬間的で表層的な反対意見には耐えるしかなく、また報道も含め、正確で科学的なことを伝えることに尽力する必要がある。そして、数か月後等にその結果についてのレビューを政治の場で発信するべきと考える。

問 学会は、国民の理解に向けて、客観的、専門的技術を分かりやすく情報提供する重要な役割があり、他方で、ある相反する事象に係る議論もしていくべきと考えるが、こうした学会の役割について伺う。

答 東電福島第一原発事故の際は、原子力学会、そして200名以上の原子力の専門家によるネットワークで知見を集めることで、各号機の状態を全て把握でき、これにより、報道も非常に正確な情報発信ができたと考えている。

また、事故の反省として、事故当時の原発の検査は、品質保証の観点から各発電所の様々な部品の亀裂や減肉の検査を行い、それを全て品質保証の国際標準に従い電力会社が膨大な量の書類を作成していたが、書類に誤字脱字があると受取を拒否されるなど、原発の本質的な危険性をあぶり出す規制から誤字脱字検査になってしまっていた。その結果、津波の危険性等が見過ごされたことが事故の根本的な要因と考えている。

日本保全学会は、各保全プロセスにおいて取り得る対策を専門家同士で徹底的に議論し、原子力安全・保安院や原子力規制委員会で例えばフィルタベントの必要性等について発言をしてきた。学会は技術者を鼓舞することでしっかりとした取組とし、規制側はそれを促す規制であるべきと考える。なお、米国では電力会社で働く人の意欲をそぐような規制を行っていた結果、トラブルが多発する状況に陥った。現在の日本の規制はこの米国の規制のやり方に相当すると思う。規制審査は、規格なしで審査するのではなく、あらかじめ規格を作って、それに基づき規制をするというように変えていく必要がある。

問 原子力発電は、コストを安いと言う反面で高レベル放射性廃棄物の処分費用の規模が分からないなど、情報が分かりにくい。そこで原子力発電に係る情報公開の在り方を伺う。

答 原子力発電に係る情報公開は、他の工場立地を含む様々な情報開示と同様に、関心のある人でも結局一瞬の盛り上がりだけで、関心のない人は全く関心がない。情報開示の分かりやすさは本当に重要であり、原子力発電でも、高レベル放射性廃棄物の処分のスケジュール感やコストといったバックエンド費用について実際には情報は開示されているが、それを伝えるということは本当に大変なことである。関心を持ってもらうまでに時間が掛かり、説明のための資料が膨大になってしまう。

国民に対してより分かりやすく説明することは容易なことではないが、だからと言って説明する側が諦めてはならない。地域ごとに説明の場を設けて進めていく努力は続けなければならない、あるいはSNSを使った上手な説明の仕方等、日々、考えながら発展させていく必要がある。

問 米国では1979年のスリーマイル島原発事故の直後は原発の稼働率が低下したものの、2000年代に入り元の状況に戻ったが、どのように国民とのコミュニケーションを行って合意を得てきたのか伺う。

答 2017年にNRCを訪問し、局長クラスの方と様々な議論をする機会があったが、スリーマイル島原発事故後の米国の国民との対話についての取組は、地層処分に係る日本の原子力発電環境整備機構（NUMO）の取組やそれぞれの原

発で取り組んでいる様々な市民・地域レベルでの地道な活動と違いはないと感じた。そして、米国の克服から学びたいと言ったところ、理解を求めると言っても、人間の感情のため、要するに時間を掛けるしかないとのことであった。日本も米国と同様に言論が自由な国という共通認識の中で、日本はもう少し時間が掛かると言われたのが2017年だった。

したがって、原子力発電については、今行っている市民レベルでの活動や対話等を続けていくと同時に、エネルギー危機とエネルギーポートフォリオ、電気料金等を考え、既存原発を活用し、その収益を再エネ投資等に回すべきと考える。

問 再エネの負の側面が少しずつ見えてきており、再エネへの国民の正確かつ深い理解の増進が求められるが、その際、特に何が必要か伺う。

答 再エネの負の側面は確かに現れてきており、特に太陽光発電と風力発電は、更に負の側面が強くなろうが、これに対しては、基本的には地域との合意形成が重要となる。EUでは、新たな再エネ指令において、協同組合等の地域の取組に一定の資格を与え、フランスでは既に法令化した。太陽光発電であれ風力発電であれ、自分事かどうかで人々の対応は全く異なる。例えば、よそ者が造った風車の音は騒音でも皆が共同で造った風車の音は心地良く聞こえる。

また、日本を始め世界の電力規制は100年ほど前に作られたもので、電気は自分でも共同でもつくれるといった新たな時代に合わせた規制へと見直す必要がある。太陽光発電で余剰電力が生じても、現在の規制では隣家に分け与えることができない。コミュニティー蓄電池やコミュニティーエネルギー等の規制の在り方を抜本的に見直すためにも、国会の役割は大きいと考える。

(3) ウクライナ侵略の我が国エネルギー環境・政策に与える影響

(令和4年4月6日)

参考人の意見の概要及び質疑における主な議論は、次のとおりである。

(意見の概要)

一般財団法人日本エネルギー経済研究所専務理事・首席研究員

小山 堅 参考人

ウクライナ危機が起きてから、エネルギー価格高騰、市場の不安定化に直面しているが、今般のエネルギー市場の不安定化は、ウクライナ危機が本格的に深刻になる前から始まっていた。2021年の後半以降、原油価格、欧州の天然ガス価格、アジアのLNGスポット価格、石炭価格、そして地域によっては電力価格も大幅に上昇している。このような同時多発的なエネルギー価格の高騰は通常ない。

この原因として四つの問題点があったと考える。まず、2020年来の新型コロナウイルス感染症の影響で、相場の格言のとおり、谷が深ければ山が高くなる、すなわち反動が非常に大きかったということである。「山が高くなる」ことを加速した原因として、個々のエネルギー関連企業が経営の効率化・合理化を図る中で、国際的なエネルギー市場全体の供給余力、すなわち需要増への即応余力が減少していたという点が重要である。

また、低炭素、脱炭素化への取組において再エネが重要な役割を果たしているが、各国での電力需給の逼迫はいずれも風力発電や太陽光発電の不調がきっかけとなった。ただしこれは、再エネそのものに問題があったというよりは、全体として即応できる供給余力が不足している中で起きたことが問題だと思っている。全てのエネルギー源で需給が逼迫すると、需給緩和しているエネルギー源を使って抜け出すことが容易でないという悪循環が発生し、その上に今般の地政学リスクが加わった。

2020年4月に原油の先物価格がマイナスとなった後、市場では供給が削減され、これを受けて原油価格が上昇してきた。2021年10月には1バレル80ドルを超え、その後もウクライナ情勢の影響を受けて上昇を続け、2022年3月7日には瞬

間風速で1バレル130ドルを突破し、リーマン・ショック後の最高値となった。

しかし、より深刻なことは、天然ガス価格あるいはLNGスポット価格の上昇である。原油価格が1バレル130ドルを超えた3月7日に欧州の天然ガス価格も暴騰し、原油換算で1バレル400ドルを超えた。欧州の天然ガス価格とアジアのLNGスポット価格は現在、連動性を非常に高めているため、アジアでも欧州同様の高価格となっている。このように、今般のウクライナ危機の中で、特に天然ガスをめぐる状況が相当厳しくなっていることが分かる。

ロシアは、世界の石油輸出の11%、天然ガス輸出の4分の1を占め、まさにエネルギー輸出の巨人である。今後、欧米側の経済制裁によるエネルギー取引の制約、戦闘によるエネルギー関連インフラの損傷、操業停止、さらには、ロシアによる対抗措置としてエネルギー輸出の停止や削減が万が一起これば、世界のエネルギー市場はますます混乱に陥る。

このことを踏まえ考えると、まず、石油には供給支障等に即応できる代替供給源が存在する。一つは、中東産油国の余剰生産能力であって、指導者が増産を決めれば即座に市場に供給される。もう一つは、消費国の石油備蓄で、IEAは2022年3月に6,000万バレルの備蓄放出を決定し、米国も追加で戦略石油備蓄の放出を決定した。さらに、半年程度の時間を置けば米国のシェールオイルの生産が増えてくる、あるいはイランとの核協議がまとまればイランの石油が市場に戻ってくるというように、代替供給の可能性が幾つかある。

ところが、天然ガスやLNGは、全ての生産が基本的に能力の上限で操業している。そのため、ロシアの天然ガス供給が減少又は停止することになれば、その分だけ世界全体の供給量が減少する。この減少分を世界中の消費国が取り合うことになるため、今後、供給途絶があれば市場の混乱は大変なことになるだろう。

特にロシアにエネルギーを依存する欧州への影響は甚大になり、日本を含む世界全体への影響も深刻となる。こうした情勢の下で、エネルギー安定供給と安全保障を確保しなければならず、特に欧州ではこの問題に対し真剣な取組が始まっており、この柱は四つあると考える。

第1の柱は、ロシア依存度の低減である。これはさらに2つに分かれ、一つ

は、エネルギーミックスそのものを変えることであり、脱炭素に向けた再エネや省エネの更なる推進に加えて、原子力発電の活用の動きが出ている。もう一つは、化石資源の供給源の分散化であり、LNGであれば米国やカタール、石油であればサウジアラビアといった代替供給源が重要になる。

第2の柱は、緊急事態への対応能力を整備することである。すなわち石油であればIEA等と消費国との連携による備蓄放出、LNG、天然ガスであれば最も需給が逼迫している地域・国へ供給を振り向けて痛みを和らげるといった柔軟な調整が必要となる。いずれにしても緊急事態においては、各消費国の協力が鍵となり、このことは第一次オイルショックの重要な教訓である。

第3の柱は、供給力や供給余力の確保に向けた投資である。脱炭素化の取組が進む中で、化石燃料分野への投資は必要ないとの見方が広まったが、今般の事態で、脱炭素化への移行期を踏まえた安定供給への適切な投資の重要性が認識された。

第4の柱は、安定的なベースロード電源の価値が再確認されたことである。この点では、フランスが原発の新設計画を発表し英国等の動きもある。EUタクソノミーにも条件付きで原子力が位置付けられた。他方で、ウクライナ危機において、原発に対する武力攻撃という暴挙があった。これを新たなリスクとしてしっかりと考えた上で原子力の議論をしていく必要がある。

エネルギー自給率を見ると、米国とカナダは自給率100%超えの輸出国であり、英国も高い。今般、ロシアからのエネルギー禁輸を打ち出したこれらの3か国は基本的に自給率が非常に高く、これに対し、欧州、中でもドイツやイタリア等はかなり低く、日本は更に低い。また、ロシア依存度を見ると、米国とカナダは事実上ロシアから輸入をしていない。他方で、エネルギー自給率が低いドイツやイタリアはロシア依存度が高く、日本は天然ガス9%、石油4%である。この10%程度というロシア依存度は、英国と似た水準だが、両国のエネルギー自給率は全く異なっており、日本は自給率が非常に低いところでのロシア依存という形であって、この点は日本がしっかりと考えるべきポイントである。

EUは今般の危機を本当に深刻なものと捉えてリパワーEUという計画を発表、2030年より前にロシア産化石燃料依存から脱却するとした。これは、脱炭素

化のための既存の取組であるフィットフォー55を更に強化することで、ロシア依存からの脱却を早急に目指す野心的な計画である。加えて、天然ガスの安定供給確保のため、天然ガス備蓄に対する一定の義務や欧州としてのガス共同購入の検討等、これまでにない取組が始まっている。欧州にとっては価格高騰だけでなくエネルギー入手不足への懸念が非常に大きく、それゆえ強力な政策を取らざるを得なくなっている。

今般の危機は、戦争と禁輸措置が組み合わされ、その上で供給不足発生が懸念される点で、第一次オイルショックと似ている。当時、日本では、エネルギー安定供給への深刻な懸念があったことから政策が一気に強化された。欧州は、現在、同じような状況を迎えているものと思う。

フランスのマクロン大統領は、ウクライナ危機が深刻化する前の2021年11月の段階で原発の建設再開を発表していた。これはエネルギー価格の高騰が欧州そして世界で深刻化する中で決定したもので、その後、2022年2月には、2050年までの6基の新設等の新たな戦略を発表し、さらにSMR開発への取組といった動きが出ている。英国でも新たな動きが出ており、今後、ロシア依存度の高い欧州や東欧の国々でも、こうした動きが進んでいく可能性がある。

今般の危機において一つの大きなテーマとなったのはロシアビジネスである。先進国として結束して対応する、その下で、かつビジネスを継続することのリスクを踏まえ、欧米の主要企業が相次ぎロシアから撤退し、エネルギー分野でもいわゆる石油メジャーが撤退、サハリン1及び2関係ではシェルやエクソンモービルが撤退した。

こうした中、日本の対応に関心が集まっている。先進国としての結束が極めて重要である一方、日本のエネルギー安定供給上の脆弱性や特徴を踏まえた戦略的な思考が重要である。日本は1970年代以降、いわゆる自主開発を極めて重視してきた。中でも、サハリン1及び2は成果を上げた重要な拠点と評価している。今後、ロシアに対してより厳しい対応が必要となりロシアからの撤退がテーマとなっても、2000年代前半、イランのアザデガン油田開発から撤退した日本に代わって中国が参入したことを我々は記憶している。こうした点を含め、日本とし

てエネルギー安定供給をしっかりと見据えた対応が必要である。

公益財団法人笹川平和財団主任研究員 畔蒜 泰助 参考人

ロシアによる対ウクライナ軍事侵攻の背景について述べる。

一つ目は、冷戦終結後の米国主導の欧州安全保障秩序の在り方、特に北大西洋条約機構（NATO）の東方拡大問題をめぐる米露関係の確執である。これは、2007年2月、ミュンヘン安全保障会議でプーチン大統領が米国を非難したことで表面化した。ウクライナのNATO加盟がロシアにとってレッドラインであることが、既にこの時点で明確に示されていたにもかかわらず、2008年4月、米国は、ブカレストのNATO首脳会議でウクライナとジョージアのNATO加盟プロセス開始を提起した。最終的にはドイツとフランスの反対で、プロセス自体が始まらなかったが、将来、両国がNATO加盟国になることに同意するとの文言が残された。ウクライナのゼレンスキー政権が、ある時期までNATO加盟に向けて懸命に努力した背景にはこのことがあった。

そうした状況の中、2014年に最初のウクライナ危機が勃発して、クリミア併合、ウクライナ東部紛争へと波及し、2015年2月のミンスク2合意という形で一旦収束した。ロシアからすれば、この合意は、停戦しウクライナ東部に特別な自治権を与えることで、ウクライナのNATO加盟に対する事実上の拒否権を確保するという形の解決方法だったが、結局、この合意を土台とした停戦和平交渉は膠着状態に陥ってしまった。

2021年3月、そして10月にロシア軍がウクライナ国境に大規模集結したことを受けて、6月及び12月に米露首脳会談が行われ、特に12月の会談を受けて、欧州方面におけるロシアの安全保障上の脅威を議論する枠組みの立ち上げが合意されていた。プーチン政権は、NATOが更なる東方拡大を行わないとの法的拘束力のある保証を求めるなどの条約案を公表し、2022年1月から2月にかけて米国と協議を行ったが、バイデン政権は、ロシアの西側方面の安全保障に一定の配慮を示す回答をしたものの、ロシアが求めた法的拘束力のある保証は拒否した。これに対し、2月17日、プーチン政権は、米国等がロシアの安全保障に関する確固と

した法的拘束力のある保証に関して同意する用意がないことから、ロシアは軍事技術的な措置の実施を含めて対応する必要があると回答した。そして2月24日、特別軍事作戦の開始に当たりプーチン大統領は、西側諸国の無責任な政策により、NATOが東方に、その軍事インフラがロシア国境に接近し、ロシアに本質的な脅威を与えており、これはロシアの存在自体、その主権を脅かす現実の脅威であり、もはや一線を越えたとして軍事作戦を開始した。

二つ目として、プーチン大統領の歴史観も見逃せない。プーチン大統領は、2020年6月に第二次世界大戦に関する論文を、2021年7月にウクライナに関する論文を執筆した。前者は、近年、ポーランドを中心に東欧、中欧諸国が主張する、1939年の独ソ不可侵条約を第二次世界大戦の事実上の始まりとする歴史観に対して、ソ連は約2,700万人もの犠牲を払いナチス・ドイツを打倒し、多くのユダヤ人を救済したとする歴史観を主張している。後者は、ロシアとウクライナの歴史的な一体性を主張するとともに、現政権を過激なナショナリストとネオナチ主義者による違法なクーデターで成立した政権とし、その正統性に疑問を呈する内容である。実際、プーチン大統領の2022年2月24日の演説では、NATOの主要国によって支援された過激なナショナリストとネオナチ主義者から成る現政権は、ウクライナ東部で数百万の人々に対してジェノサイドを実施しており、この特別軍事作戦の目的は、8年間キーウ（キエフ）政権からジェノサイドに遭ってきた人々の救済のためにウクライナの非武装化と非ナチ化を目指すもので、ウクライナ占領が目的ではないとした。

三つ目として、ロシア政権の意思決定メカニズムが機能不全に陥り、プーチン大統領の情勢判断を誤らせたとの指摘がある。

今回の軍事作戦は全然大丈夫くおらず、なぜこうした軍事作戦を開始したのかについて参考になるのが、2022年2月21日にドネツク、ルハンスク（ルガンスク）の国家承認の是非が議論されたロシア安全保障会議の公開されているやり取りであり、ここには、もはやプーチン大統領の決定に誰も反論できない様子が示されていた。これに関し、バイデン政権のバーンズ中央情報局長官は、プーチン大統領自らがつくり上げたシステムにおいて狭くなっているアドバイザーの輪

が、コロナ禍の影響で更に狭くなっており、また、彼の判断に異議等を唱えることが難しくなっていると指摘した。そのため、大統領が実現したいことを総合的に検討し、ロシアにとって最良の選択に係る意思決定メカニズムが機能していないことが背景として非常に大きい。

次に、ロシアの対ウクライナ軍事侵攻の地政学的な影響である。

まず、中長期的な欧州とロシアの相互依存関係は、希薄化に向かっていく。2014年のウクライナ危機以降、米国とEUはロシアへ経済制裁を科してきたが、今回の件を受けて、更なる経済制裁を科した。また、ドイツも天然ガスパイプラインプロジェクトであるノルドストリーム2プロジェクトの停止を発表した。ただし、今のところEUの経済制裁にエネルギーは含まれていない。今後石炭を含めるかを議論しているようだが、当面、天然ガス輸入は継続せざるを得ない。2021年、EUはロシアから1,550億 m^3 の天然ガスを輸入している。これはEUの天然ガス輸入全体の45%、消費全体の40%弱を占め、相当大きな割合である。ただ、中長期的にはロシアへの天然ガス輸入依存度を大きく引き下げることになる。

また、2014年のウクライナ危機以降、米国、EUからの経済制裁を受けるロシアは、中国との戦略的、経済的な関係を深めてきた。今回、米国、EUがロシアに対する更なる経済制裁を科したことで、ロシアは中国への戦略的、経済的な依存度を一層高めざるを得ない。米国、EUは、中国に対しロシアと距離を取るよう働きかけているが、中国はこれまでのところロシアを直接非難しておらず、国連の非難決議も一貫して棄権し、もちろん経済制裁も科していない。中国が、米国のロシアに対する経済制裁に巻き込まれないよう非常に慎重に動いていることは間違いないが、中長期的な戦略を考えると、特に習近平政権は、米国との大国間競争の優先順位が非常に高く、米国中心の世界秩序の変革という共通の目標を持つロシアとの戦略的関係を維持していく可能性が高い。

さらに、日本とインドがこの問題にどう対処するかが問われており、両者の対応は微妙に分かれている現状にある。2014年のウクライナ危機以降、ロシアは中国との戦略的、経済的な関係を深めると同時に、米中対立時代の到来を見据え、インドとの協力関係を強化してきた。特に武器取引が非常に重要であって、例え

ば、インドはロシアから原子力潜水艦のリースを受けており、2021年末には地对空ミサイルS 400を購入している。2017年に成立した米国の対露制裁法である「米国敵対者に対する制裁措置法（C A A T S A）」によると、米国はロシアから武器を購入した国に対し制裁を科すとしており、トルコはロシアからのS 400購入で米国の制裁を受けている。ところがインドの武器購入については、中国との軍事バランス維持等を総合的に考えて、今のところ制裁を科していない。

ロシアは、日本との協力関係の強化を通じ、米国はもちろん中国にも過度に依存しない戦略的自律性を維持した大国としての生き残りを目指してきた。日本は、平和条約問題もあり、ロシアへの中国の過度な接近は回避したいとの思惑から、同様の戦略観を持つインドとともにロシアへの戦略的関与を行ってきた。今回の軍事侵攻を受け、日本は米国やEUとともにロシアに対し厳しい制裁を科した。しかしインドは、経済制裁を科さないのみならず、むしろエネルギー、特に石油の取引を増やしており、対中国を念頭に、日米豪印のクアッドの枠組みとロシアとの間で微妙なバランス外交を展開している。

日本は、G 7の枠組みの中で、米国や欧州と並んでロシアに厳しい経済制裁を科し、これに対し、ロシアは平和条約交渉打切りを通告してきた。露中関係の更なる深化と相まって、日露の二国間関係が、長期的な低迷期に突入する可能性が高い。ただし、現在、制裁対象ではないエネルギー分野のロシアでの権益は、日本が手放したとしても中国やインドがこれを取得するため、ロシアへの経済制裁の効果が極めて限定的になる可能性が高く、やはり日本のエネルギー安全保障の観点から、これは維持すべきである。

立教大学経済学部教授 蓮見 雄 参考人

まず、今般のエネルギー危機は、オイルショックの頃と異なり、多極化の時代において起こっているということを確認したい。その上で、脱ロシア依存を選択したEUの政策の可能性と問題点を論じ、最後に、日本の選択について述べる。

世界のGDPを見ると、G 7全体も、EU、米国、日本そしてドイツは、基本的に軒並みシェアを落としており、世界中がロシア制裁に参加しているわけでは

ない。G20の時代になって、G7を中心とする世界に、特にインドや中国、ロシアが対抗してくるということはこれまでも起こってきた。

フィナンシャル・タイムズ紙の記事が、今般のウクライナ問題について、世界の大半は一步引いた立場で成り行きを見守っている、あるいはロシアを非難したサウジアラビアも実際には原油の人民元決済を検討し始めていると指摘していることは非常に興味深い。このように、世界は非常に冷静に見ていることを確認しておくべきである。

次に、EUは、今回の危機以前からロシア問題に対応してきており、エネルギー政策は非常に強化されている。現在、EUは欧州グリーンディールという成長戦略に取り組んでいる。残念ながら、過去の戦略のリスボン戦略及び欧州2020戦略は余り成果を上げていないが、今回はその反省を踏まえて、産業界全体を総動員してグリーンビジネスを展開するという戦略を打ち出している。

注目すべきは、2006年そして2009年のウクライナとロシアとのガス紛争を契機に、EUのエネルギー政策が格段に強化されたことである。それ以前は、各国が個別に取り組んでいたが、EUの基本条約を修正した2009年のリスボン条約において、EUとして実施可能なエネルギー政策が規定された。このことがEUのエネルギー政策の全ての基礎であり、強力な政策を行う法的根拠であり、脱ロシアを決断できる秘密でもある。ただし、2022年3月のベルサイユ宣言及びリパワーEU計画でロシア依存脱却を円滑に進められるかどうかは不透明である。

再エネはこの10年間でコストが10分の1に下がっており、その限りにおいて、欧州グリーンディールの成功する可能性が多少はあると言える。さらに、その具体策である欧州新産業戦略では、グリーンとデジタルへの移行は、競争の本質に影響する地政学的プレートが動く中で生じ、これは欧州の主権に関わるとしており、あたかも今日の事態を想定していたかのような策となっている。そして、欧州の市場統合を基本として、機動的な官民パートナーシップによるバッテリー同盟やクリーン水素同盟等の設立、あるいは産業の移行支援等に取り組んでいる。また、対外的には開かれた戦略的自律性を追求するルールメイキングを目指す戦略を打ち出している。しかし、各産業の円滑な脱炭素が本当に実現できるかが非

常に曖昧だったため市場に不安が広がり、2021年秋のガス価格の高騰につながった。さらに、今回、ガスや石油の価格が更に高騰したことで、様々な議論が交わされている。

また、欧州グリーンディールは移行経路が重要である。温室効果ガスの排出量が大きいのは、輸送、工業及び発電の3部門だが、輸送部門と工業部門のCO₂削減は進んでおらず、実現が疑問視されている。発電部門では風力発電と太陽光発電によって順調に削減してきたが、更に再エネを増やすとなると、エネルギーシステム全体の統合やデジタル化が必要になるため、その削減は容易ではない。

EUが想定する2050年のエネルギーミックスでは、風力、太陽光、バイオ燃料を劇的に増やし、その代わりに石油やガスを減らす、特にガスはほぼ不要になると見込まれている。この想定が実現すれば、脱ロシアを考える必要も自然になくなるが、実際は、2021年秋には、風力発電が足りなくなったことでガス火力発電が必要となり、その結果、ガス火力発電と原子力発電は当面使わざるを得ないとの結論に至った。

脱ロシア依存を打ち出した欧州が頼りにする米国産LNGの輸入については、2022年3月25日に発出された欧州エネルギー安全保障に関するEU米国共同声明において、2022年に150億m³を供給する努力が明記されたが、これは過去の輸出実績量より少ない。また、米国が欧州に提供してきたガスは、価格次第で販売先を欧州にするかアジアにするかが決まってきた。その意味では、欧州は米国のLNGを必ずしも当てにはできないという厳しい状況に置かれている。

そこで、グリーン化を推進すべきではないかとの議論もあるが、バッテリー、風力発電設備等のほとんどがいわゆるクリティカル・ロー・マテリアルズ（CRMs）と呼ばれるレアメタルを含む希少資源に依存している。これらは既に価格が高騰しており、今後、問題となってくる。また、EUが指定するCRMsのうち、中国が世界の供給の66%を占め、EUは44%を中国に依存している。このように、グリーン化は、すなわち中国依存につながる可能性がある。

次に、ロシアの中国依存の問題について述べる。ロシアはドイツ依存から中国依存にシフトしている。ロシアと中国の貿易は、特に2010年以降、急速に増加し

ている。この背景として、石油や天然ガスのパイプラインをアジア向けに敷設してきたことが挙げられる。石油や天然ガス以外も含むロシアの輸出先を2001年と2020年で比較すると、アジア向けが増加している。ロシアは輸入面でも、産業用機械・設備や電気機器・設備、半導体をドイツではなく中国に依存するようになり、この20年間でロシアにとってのドイツと中国の価値が完全に逆転した。

ロシアは、中国向けのガスや石油のパイプラインを造ることで、欧州向けの資源輸出をアジア向けにシフトする体制を整えつつある。シベリアの力2というガスパイプラインは完成に5年程度を要するが、完工後はこれまで欧州向けに送られていた西シベリアのガスが中国に向かうことになる。もちろん交渉力は明らかにロシアよりも中国が高く、相当安く買ったたかれることが見込まれるが、ロシアとしては輸出せざるを得ない状況になっているものと思われる。

また、ロシアは近年、脱ドルを模索してきた。中央銀行の外貨準備で見ても、米ドルを相当減らし金と人民元に替えている。BRICS諸国との貿易では、ルーブルやユーロを用い、中国との貿易では、圧倒的にユーロが多くなっていたが、ルーブル建てや人民元建ての決済も行われている。さらに、電子送金システムでは、国際銀行間通信協会（SWIFT）が圧倒的に強いため、ロシアや中国は対抗できないものの、ロシアのSPESや中国のCIPS等、独自のシステムを開発している。暗号資産はG7が監視を強化しているため、ロシアが相当苦しいことは確かである。ただし、ルーブル、人民元、ルピー、ドン等の国民通貨建て決済は不可能ではなく、そうしたことをロシアは検討している。

最後に、日本の選択について述べる。国によってエネルギーミックスも自給率も全く異なることから、各国の選択肢もおのずと異なってくる。米国、英国等は、自給率が非常に高いので、ロシア制裁に伴う自国への影響は小さく、むしろ価格が上がれば利益が出る。ドイツは、脱原発方針だが再エネが発達しており、EUの脱炭素化を主導することで脱ロシア依存を図ることになる。原発大国のフランスと再エネ大国のドイツはエネルギー統合しており、非常に補完関係が高いので、欧州は脱ロシアを考えることができるようになっている。

日本は、エネルギーインフラのハード、ソフトの両面において、再エネ利用の

条件整備が非常に遅れている。また、化石燃料を圧倒的に中東地域に依存していることや、原発は有事のリスクや新設が難しい状況にあることから、化石燃料の確保が死活問題である。

ロシアでの資源開発について、日系企業も欧米と同様に撤退するべきとの議論がある。英米系企業は売却又は撤退の方針だが、権益をどの国に売却するかという問題がある。また、独仏系企業は新規投資を停止しているが、様子見の部分もあり、特にフランスのトタルの動きは着目すべきである。インド系、中国系企業は方針を明らかにしていないが、国としては協力する方針を示している。日系企業の進退は、撤退後に、上流権益が誰の手に入るのかがポイントになる。サハリン1ではインド系が、ヤマルLNGでは中国系がシェアを増やすことになり、間接的にロシアを助けることになりかねない。

これらをまとめると、日本がロシアと関係を絶つという選択肢はなくはない。ただ、その権益を中国やインドが手にすることは、間接的にロシアを支援することとなり、制裁効果を減じる可能性がある。また、日本にとってロシアは、英米とは状況が異なり、隣国である。さらに、撤退する企業に対する何らかの補償がなければ、リスクを負って上流権益の確保に取り組む企業が現れなくなってしまう。

いずれにしても、各国は自らのエネルギー事情を考慮して対応を取っており、日本も自らのエネルギー事情に鑑み、特に欧州系の企業の動向を踏まえて政策を選択すべきである。また、エネルギーの確保と同時に、各産業が脱炭素化に移行できるような支援が最も重要である。

(主な議論)

【ウクライナ侵略がエネルギー供給に与える影響】

問 地政学的リスクをエネルギー基本計画へどう織り込むかが今後問われてくると考えるが、これまでどう具体的に織り込まれてきたのか、また、今後の必要な方針を伺う。

答 2021年10月に閣議決定されたエネルギー基本計画は、S + 3 E、すなわち安全性、エネルギー安全保障、気候変動、経済効率性のバランスを取って策定さ

れているが、その中で気候変動対策、温室効果ガスの排出削減が相当大きな割合を占めていることは疑いない。

ウクライナ危機、それに先立つエネルギー価格高騰の問題を考えると、今の段階で計画を見直すのではなく、当面は2030年度エネルギーミックスをどう実現するかに関心を集中し、次回改定の際、改めてしっかり議論することが必要である。その過程において重要なことは、エネルギーにおける現実的な地政学的リスクという問題にもしっかりと対処した政策を日本内外で展開する必要があるということであり、特に対外的なエネルギー戦略が今後ますます重要になる。

今回の危機は、戦争、軍事紛争、制裁、禁輸が組み合わさることによるものである。これは、第一次オイルショックとある意味類似性があり、このときも国際的なエネルギー協力体制がほぼ瓦解するようなことが起きて、その反省でIEAが設立された。米欧日は、エネルギー上の立場がそれぞれ異なるが、再度結束し、エネルギー問題、地政学リスクに対応するための国際協力の枠組みの構築を日本がリーダーシップを取って進めていく、そうした戦略をエネルギー基本計画の議論に入れるべきである。また今回、世界のエネルギー安定の鍵を握る重要な国は米国であることがはっきりしたことから、エネルギー戦略面においても対米関係をいかに構築していくべきかを議論に入れることが、地政学リスクに対応するエネルギー政策の要になるものと考えられる。

問 ロシアのパイプラインが欧州や中国に向けて整備されてきていたが、ロシアはいかなるスタンスで整備してきたのか、ロシアのパイプラインを用いた戦略を伺う。

答 ロシアのパイプライン整備には、政治的な戦略的要素と経済的要素があると思う。政治的要素は、欧州とロシアのパイプライン・プロジェクトは冷戦時代に始まり、その間に米ソのデタント（緊張緩和）という70年代があり、その少し前には西ドイツのオストポリティーク（東方外交）があったことである。当時の欧州、西ドイツの対ソ外交は、政治的な安定と相互に経済的依存度を深めることで安定的な関係が構築できるというものであり、その前提で整備されたのがパイプラインであった。

また、パイプラインは輸送距離が一定以上であればLNGよりも経済性に優れていることから、ロシアはパイプライン主体で取り組んできた。日本でもパイプラインの話はあったが、日本やアジアは陸地というよりも海でつながっていることから、LNG船で様々な場所に運送する方にメリットありとのことで、ロシアは、ガスピロムが独占していたLNG輸出を、ノバテックやロスネフチといった他の企業もできるような形に変えた。これは当時のアジアシフトの流れの中で出てきたものと考えている。

答 パイプラインはEU内に毛細血管のように通っており、EUのエネルギー安全保障に貢献している。

問 天然ガスの代替力の確保策を伺う。

答 ガスの代替は本当にないため非常に厳しい状況にならざるを得ない。今後、ロシアの天然ガスの供給支障が生じれば、欧州のガス市場、そしてアジアのLNGスポット市場が、その影響で400ドル以上に高騰し、その後、長期間続く可能性を覚悟する必要があるかもしれない。

LNG設備は、基本的にはほぼ100%の稼働率であることから、増産は急にはできない。しかも石油とは異なり、LNG備蓄はコストも掛かることから余りない。そのため、有事の際には代替供給源を見付けられず取り合いになるといった状況に陥ることを最も懸念している。その後、供給拡大には時間が掛かるため、ガス市場は2022年末あるいは2023年といった時間軸でも非常に厳しくなる可能性がある。そうした中でLNGの供給拡大が期待できるのは、直近1～2年の世界のLNG供給の拡大分のほとんどを担った米国と考える。

問 欧米のエネルギー企業がロシアから撤退を始めている。日本政府や企業はロシアのエネルギープロジェクトに多額の投資をしており安易に撤退すべきではないと考えるが、日本が撤退すると、その権益はどの国に移り、日本にどのような影響を与えるか伺う。

答 日本はエネルギー自給率が低く中東依存度が高い。その中で、安全保障のための上流開発と分散化の一つの成果がロシア・サハリンだった。また、地理的に日本に近いという有利な点を持った供給源でもある。ウクライナ危機で欧米

企業は撤退することになったが、米国のバイデン大統領からは、原油の禁輸に際し、同盟国はそれぞれの事情があるため全く同じようにできないことは分かっているとの趣旨の発言もあった。このエネルギー分野については、日本は自国のエネルギー安定供給を守ることをしっかり考えて対応しなければならない。ロシアの権益は、日本と同様にサハリンからの距離が非常に近い中国、さらにインドにとっても極めて魅力的である。そして中国やインドの企業が権益を取れば、ロシア制裁の効果はほとんどなくなると考えるべきであり、その点も併せ、日本はそこから容易に撤退すべきではない。

答 ロシアは中国に天然ガス100億m³の追加供給を約束しているが、その供給元として想定されているところに制裁が掛けられており生産できるか分からない。このため日本企業が撤退すると、日本向け販売分を中国に回すことでロシアは約束を果たせて中露両国の関係が良くなる。それを日本がどう評価するかということである。

問 米国がシェールオイル増産に半年を要するとする理由として、ファイナンスが付かないことを挙げる者がいるが、既に生産されていたところであれば、価格の下落で生産を止めていただけで、価格が上がればすぐ再開できるのではないか。また、今は先物市場も価格が高いので、売りのヘッジを入れておけば十分な利益確定ができる。そのため、ファイナンスの問題が大きな影響とは理解しにくい。この点について、シェールオイル再開発も併せて伺う。

答 シェールの開発事業者には、中小零細事業者も多いため、ファイナンスの確保が非常に重要であった。ただ、原油価格が上昇し、今後も高値維持の見通しとなったことで、ファイナンスは比較的改善していると思われる。そのため、2022年の米国原油生産量は、前年比で100万バレル以上増産になると見ている。これはひとえに価格高騰の効果であって、今後、それが続く限りにおいて米国のシェールオイル開発は進むものとする。

問 ウクライナ情勢に伴うエネルギー、物価高騰等に係る緊急経済対策をまとめるに当たり、国民生活への影響を緩和し、痛みを抑えるための、施策の質、スピードの両方を踏まえた重要なポイントを伺う。

答 エネルギーは市民生活上必須であって使用をやめることはできない。そのため、価格の上昇分は、ミクロ的には全て消費者の追加支出となり可処分所得を低下させ日本の消費を減少させるという極めて大きな問題を引き起こし、同時に、エネルギーコストが企業経営を圧迫するという意味で大変な問題であり、マクロ的には日本から国富が急速に流出していく。

世界で補助金的に対応しているのは、欧州、米国の一部の州、日本と拡大している。財政的な問題もあるため、どの程度までできるかを見極め、その上で本格的なエネルギー安定供給対策を、更にしっかり講じるべきである。政府には、特にドイツで開催されるG7に向け、この問題が世界にとって重要であり、先進国として一体的に対応する必要性を発信することを期待する。

答 欧州はリノベーション・ウェーブに取り組んでいる。これは各家庭の断熱性能を向上させることで、エネルギーを生むことと同じ効果を持つものである。そのうえ、人々の生活のそばで新たな雇用を創出できる。こうした断熱性能の向上や太陽光パネル設置、さらにこうしたもののパッケージでの政策は即効性もあるため早急に実施するべきである。

【ウクライナ侵略と国際情勢】

問 安倍晋三元総理大臣が先導した北方領土交渉の評価、そして今後の北方領土交渉の在り方を伺う。

答 北方領土交渉が前進しなかったのは、2014年のウクライナ危機に伴って米国とロシアの関係が難しくなる中で、北方領土交渉そのものが米露関係との問題とリンクしたことが最大の理由と考える。

他方、安倍元総理大臣の対露外交は、中国との関係との両にらみだったと思う。そうした意味で、残念ながら、領土問題については、現在の戦略環境の下では非常に難しかったということであった。ただし、中国との関係は、今回のウクライナ危機で、更にこの難しさが増していると考えられる。

領土問題を含む日露関係をどういう形で元に戻していくのかは、短期的には見えにくい状況にあり、安全保障面からは、日本が、中国、北朝鮮、ロシアの

三正面と対峙できるのかという根本的な問題もあるため、長期的に考えざるを得ない。その際、エネルギーの関係であっても一つつながりがあれば、そこをたどっていくことは、一つの可能性としてあるものとする。

問 米国やソ連、ロシアが行った侵略行為に対する国連の非難決議の採択は今回で6例目になるが、140か国を超えて賛成したのは初めてと聞く。ロシアとの経済関係に濃淡はあっても非同盟中立国を中心に賛成に回っている。そうした変化の意義について伺う。

答 今回のロシアによるウクライナへの軍事侵攻は、まさしく国連憲章違反であり、中国やインド等、ロシアに一定の理解を示す国もあるが、大半の国がロシア非難に回っている。我々は、第二次世界大戦後の世界秩序が、国連安全保障理事会の常任理事国の行為によって大きく揺らいでいる事態を目の当たりにしている。この問題をどのような形で解決するのか、その後、ロシアを国際社会の中でどう位置付け、最終的にどう向き合っていくのかであるが、まだそのプロセスも在り方も見えていない。まずは停戦と和平への取組、そこからである。

問 ロシアがウクライナで化学兵器や核兵器を使用する可能性、さらに、有事の際の日本の原発の安全確保を伺う。

答 現状、ロシアの戦況は全体としてうまくいっていない。当初、キーウ（キエフ）を陥落し親露派政権の樹立を想定していたと思うが、恐らくもうそれは難しいことから、ウクライナ東部をできるだけ占領し、一定の段階で勝利宣言することが、基本的な今のシナリオである。その一つの日安は、ロシアの対独戦勝記念日の5月9日であり、プーチン大統領の今次の戦争と第二次世界大戦の歴史観は密接に関連していることもあり、今後の焦点としてこの日に注目すべきである。ただし、必ずしもロシアの思いどおりに戦況が進むとは限らず、最近では米国が初めてウクライナに戦車を供給したが、これは明らかに、東部戦線への対抗との思惑があると考えられる。そうした中、仮にロシア側が戦況を早く自分側に有利にしたいとの焦りがあれば、核兵器の使用は今のところは想定し難いものの、化学兵器使用の可能性は完全には排除できないと考える。

原発はミサイルが直撃すれば、相当に危機的状況になる。ロシア側が様々

な原発を占拠し爆破する可能性が一時報じられたが、都市を占領する上で、各地の重要インフラを確保することは戦闘の定石であり、恐らく実際はそうしたことであったと考える。その過程で、銃などを用いて多少の戦闘があったとのことだが、原発の構造等を考えれば、危機的状況は起こらないだろう。ただし、ミサイルが飛来するならば、例えば地対空ミサイルの配備といった別の対処が必要だろう。今般の事象だけを考えれば、今の日本で危機的な問題が起こるということではないだろう。

【エネルギーの安定供給】

問 日本のエネルギー政策の議論、そしてエネルギー政策には、大きく二つの問題がある。一つは、エネルギー供給に占める電化率が3割程度であるにもかかわらず、電力や電源構成に議論や関心が集中しがちで、エネルギー供給の大宗を担う石油の議論が忘れられていること、もう一つは、野心的な取組との名の下で、カーボンニュートラルへのつじつま合わせのような議論に陥っていることである。エネルギーの安定供給確保を基本としたエネルギー政策議論を取り戻す必要性について見解を伺う。

答 ご指摘の点はいずれも同感である。まず、エネルギー基本計画の議論は、カーボンニュートラルと2030年度の温室効果ガス排出削減目標46%に相当集中し、その結果、電源構成に議論が集中したものとする。他方で、我々は、一次エネルギー供給の大宗を占める石油や天然ガスなど、化石燃料の議論がやや遅れてしまっていたことを今回のウクライナ危機で自覚させられた。2050年のカーボンニュートラル実現までの長い移行期間において安定供給を守ることを考えると、化石燃料問題への取組は日本のエネルギー政策の重要な点である。

また、日本のエネルギー政策の最重要課題が安定供給であることを、今般のウクライナ危機を契機に、強く警告されたものと思っている。今後、エネルギーの安定供給と気候変動という長期的かつ戦略的な重要課題の双方を注視しつつ、日本経済そして国民へのエネルギー供給をしっかりと守ることが大変重要である。この点は、先般、電力需給が大変逼迫したこともあり、こうしたタイ

ミングを捉えてしっかり議論する必要がある。

問 自主開発の成功拠点であるサハリン2に続く他の可能性、また、海底油田等の海洋資源の可能性を伺う。

答 世界には、石油や天然ガスそして様々な非在来型の化石燃料資源も含め、その賦存が確認されており、可能性としてはある。ただ、自主開発の取組は、多くの場合、国と国との関係が非常に重要となり、特にエネルギー価格高騰や需給逼迫といった際は産油国側の立場が非常に強くなる。そのため、投資側が様々な良い条件を出していかなければ投資が受け入れられず、市場環境から言えば、率直に言うとは決して容易ではない。

自主開発の可能性について地域的に見ると、ウクライナ問題がなければロシアもその一つだったが、新たな事業を求めることはもう難しい。そうした中、例えば中東であれば、まずは現在有している自主開発権益をしっかりと守りながら、その他の可能性も中東等の産油国との関係で考えていく必要がある。

多くの資源国は、その資源をどう活用するか、脱炭素化の中で先行きは大丈夫かを真剣に考えている。そこで日本が、例えばクリーンな水素やアンモニア等の技術協力の中で経済協力の確たる関係を構築していけば、今後、中東だけでなく、豪州やカナダ等の様々な資源国との関係強化の可能性はある。

さらに、民間ビジネスでは、米国のシェール資源への関わり方が大変重要な問題である。今回の件で、バイデン政権でも自国のシェール資源が非常に重要との認識が高まっており、米国の資源開発問題にも注目していく必要がある。

問 特重施設が未整備な原発の再稼働を認めるべきとの議論への見解を伺う。

答 原発の再稼働は、現在の日本のエネルギー状況を考えていく上で極めて重要なポイントになってきている。その上で、安全性の確認された原発を再稼働するとの基本的な考え方を堅持することが、日本における議論においては非常に大事である。

2021年10月に閣議決定されたエネルギー基本計画では、2030年度に電源構成の20～22%を原子力にするとの目標が示されている。この目標を達成するには、おおむね30基程度の原発稼働が必要だが、現時点での稼働が10基とすると、ど

れだけの速さで再稼働を進める必要があるのかを考えなければならない。

今般のウクライナ危機を通じて、欧州等では、原子力が安定的なベースロード電源でかつゼロエミッションであることが再認識された。この点を国内の議論でもしっかりと勘案しなければならない。その上で、武力攻撃という新たなリスクの問題に、国民的な議論をしっかりと踏まえ対処することが不可欠である。

答 エネルギー政策は、短期、中期、長期に分けて判断すべきである。現状は、当面のエネルギー確保が最重要課題であって、欧州はありとあらゆる選択肢を検討しており、日本もそうしたことを考えざるを得ない。中長期で考えると、再エネの導入には相当な時間が掛かるため、同時に原子力の位置付けを考えなければならない。エネルギーが確保できないならば、原子力を使わざるを得ない。ただし、欧州等の原発の安全基準は日本より非常に厳しくなっている。仮に既存の原発を使わざるを得ないとしても、有事のリスクを考慮しなければならない。また、リプレースの場合、安全基準を相当高くしなければならないので、原子力についても、短期と中長期に分けて、並行して議論していく必要がある。

問 政府は、グリーン化は成長の源であり成長につながると盛んに強調しており、私は、これに懐疑的だが、成長につながれば幸いと考える。そこで、グリーン化を成長に結び付けるための戦略の必要性を伺う。

答 欧州の戦略においても、グリーンジョブを打ち出しているものの大きな数字を出しているわけではなく、再エネにしてもリアルタイムでの電源調整が必要でありデジタル化とセットでなければ進まない。そのためグリーンはそれほど直接的に雇用を生むものではない。他方で、再エネ利用で地産地消のようなことは可能となる。また、欧州のリノベーション・ウェーブ戦略は、各家庭の断熱性能を高める取組であり、地元で雇用を生み、即効性も高く、ある程度は期待できる。ただし、最も重要なのは、やはり産業である。現在、石油やガスに依存している鉄鋼業等の様々な産業を、再エネ基盤に移行させることは非常に難しい。しかし、個別産業ごとの事情を踏まえ、民間の現場の意見も入れ、移行経路をしっかりと考えることで、グリーンジョブを生み出す可能性も開けてくる。

問 日本で最も多く原発が稼働していた時期もエネルギー自給率が20%を上回ったことはないことから、エネルギー安全保障との関係で原発依存は抜本的対策とはならない。I E Aの電源構成の見通しにおいても、世界の原子力は減少し再エネが圧倒的に増えるとの予測である。エネルギー自給率を高め、かつ気候危機を打開するためには、省エネによる需要の抑制と純国産の再エネの大量導入が最優先であり、これは2030年度を見据えて優先的に取り組まなければならない問題と考えるが、見解を伺う。

答 2030年度目標の問題を考える際、2050年カーボンニュートラルであれば、投資等を通じて構造を大きく変化させる時間があるが、2030年度までの8年はあっという間でしかなく、できることは既に見えてきている部分がある。

エネルギー基本計画のエネルギーミックスでは、省エネを従前の目標から2割増やすとしている。また、2030年度の電源構成における再エネ目標は、従前の目標から10ポイント以上引き上げられ36~38%と設定された。8年という時間軸を考えると、長期的には洋上風力発電等の導入が期待できるものの、太陽光発電を可能な限り導入せざるを得ないことが見えている。

原子力発電は、フランスは新設計画であるのに対し、日本は既存設備を安全性が確認された上で運転するという一方で、CO₂の排出削減とエネルギー自給率の向上に資することから重要性は高い。また、I E Aは将来原子力が減少し再エネが増加すると予測しているとのことであつたが、I E Aの見方でも、世界全体でゼロエミッションにするためには原子力も増加するとの姿になっているものと理解している。ネットゼロを目指す世界の中で、I E Aの見通しも、再エネの大幅な増加と、水素等のイノベーションを含むありとあらゆる脱炭素化技術を総動員しなければカーボンニュートラルは実現しないとしている。

答 世界で最も再エネ整備が進んでいる欧州でさえ一定割合の原子力は使わざるを得ないことが前提になっている。そして日本の原発の在り方は、原発だけの問題ではなく、代替エネルギー源をどうするかという問題であつて、日本で直ちに再エネ100%は実現できないと思われる。

欧州ではエネルギー市場の統合が進んでおり、また、一部ではエネルギー

ミックスの異なる国同士でエネルギーを相互融通して助け合うシステムができている。このため、再エネで多少問題が起きても対処ができる。その欧州でさえ、今後再エネを増加するには、再エネ由来の水素も含めたエネルギーシステム全体を統合しない限りは難しいと言われている。日本はそうした意味では孤立しており発送電分離も始まったばかりである。そのため、日本の条件で何が可能かを検討して、原発や再エネを同じテーブルの上で議論せざるを得ないと思う。

2 政府に対する質疑

これまでの3年間の調査を踏まえ、令和4年4月20日、政府より説明を聴取し、質疑を行った。質疑の概要は、次のとおりである。

(主な質疑)

【エネルギーの安定供給】

問 エネルギーは国民生活や産業活動を支える基盤であり、S + 3 Eのうち安定供給こそが最優先である。脱炭素に向けたトランジションを進めるに当たってもリアリズムに基づいて取り組むべきだが、政府のエネルギー政策がこうした考え方に基づいて行われてきたのか、これまでのエネルギー政策の評価を伺う。

答 日本のエネルギー自給率はOECD諸国でも最低レベルにある。日本は四方を海で囲まれ、資源が乏しく、自然エネルギーを活用する条件も諸外国と異なるなど、エネルギー供給の大きな脆弱性を抱えている。エネルギーは全ての社会経済活動を支える土台であり、その安定供給は最重要の課題である。2021年10月に閣議決定されたエネルギー基本計画には、エネルギーの安定供給の確保に向けてあらゆる選択肢を追求するとの考え方が盛り込まれているところであり、今回のロシアによるウクライナ侵略を踏まえれば、この考え方は一層重要になると考えている。

今後、日本は中長期的な脱炭素に向けたトランジションだけでなく、脱ロシアという新たな転換も図らなければならない。そのためにも、原子力、再エネ、水素、アンモニアやCCSを活用して脱炭素化した化石燃料等をバランスよく用いて、エネルギー安全保障を確保することが大変重要であると考えている。

問 エネルギー基本計画は、エネルギーのS + 3 Eの中でも環境適合に力点が置かれ過ぎて、安定供給の扱いがおろそかになっているとの印象がある。エネルギー安全保障は、極めて堅実な見積りに基づいて計画を立てる必要があり、野心的ではあってはならないと考える。そこで、地政学的リスク等も含めて、よりリアリズムに基づいたエネルギー安全保障戦略といったものを策定すべきではないか、見解を伺う。

答 エネルギー基本計画の策定時点では、ロシアによるウクライナ侵略は想定していなかった。他方、その策定プロセスにおいては、国際的なエネルギー安全保障における緊張感の高まりを認識した上で、いかなる状況にあってもエネルギーの安定供給を確保し、エネルギーの自律性を高めていくことの重要性を議論し、エネルギー自給率については2030年度に30%の水準を目指すとの記述を盛り込んだ。

ロシアによるウクライナ侵略を踏まえたエネルギー安全保障は大変重要な視点であり、現在政府において検討中のクリーンエネルギー戦略の策定に当たっては、その視点も踏まえて集中的に議論していきたい。

問 2022年3月の福島での大規模地震による機器の故障等によって、東京電力管内で節電要請という事態が生じたが、これは想定が甘かったものと受け止められかねない。そこで、再発防止に向けた今後の取組を伺う。

答 今般の電力需給逼迫を受け、審議会において、安定供給確保に向けた方策を含む事実関係の検証と今後何をすべきかを議論しており、まずは節電要請や情報提供のタイミングを含む一連の対応をしっかりと検証した上で改善を図りたい。

また、日本の電力需給は従来から非常に厳しい見通しだったが、今般のウクライナ情勢により、ロシア産以外の燃料が世界中で取り合いとなるなど、資源の確保に向けて一層予断を許さない状況となっている。そこで電気事業法改正による発電所休廃止の事前届出制や追加供給力の公募、さらに中長期的には、容量市場等を通じた日本全国での供給力の管理を確実に実現するとともに、不断に制度を見直しつつ、安定的かつ持続的な電力供給を強力に実現していきたい。

問 2022年3月22日、初めて電力需給逼迫警報が発出された。これについて、どう行動すればよいか分からないとの意見や、節電に協力した者と協力しない者の不公平感を指摘する意見等、様々な意見を聞いた。そこで、節電要請への準備に向けた今後の取組として、ガイドライン等の具体的な指針策定、地方公共団体や民間企業等のBCP、学校等で義務化されている防災訓練への組み込み等が考えられるところ、現在の検討状況を伺う。

答 まずは電力の供給力確保に全力を傾けたい。発電所休廃止の事前届出制や追

加供給力の公募、中長期的には容量市場の活用を通じた供給力の確保等、制度を不断に見直しながら、安定的かつ持続的な電力供給を実現していきたい。他方、需給逼迫が生じた際は、需要家が適切に行動することも重要なため、需要家への対応策について検討していきたい。

問 特重施設未設置の再稼働済原発の基数を伺う。

答 審査、工事等に一定の時間が必要なことを踏まえ、特重施設の設置には、本体施設の設計及び工事計画認可から5年の経過措置期間が設けられている。新規規制基準策定以降の再稼働済基数は10基だが、再稼働の段階では、いずれも特重施設は未完成だった。

問 経済産業省は、2022年度冬季の電力需給が厳しくなるとの見通しを公表し、10年に一度の厳寒になると仮定した場合、東京電力管内で2023年1月及び2月に予備率がマイナスとなり、電力が足りない状態に陥るとしている。それに先立ち、岸田総理大臣は、夏季や冬季の電力逼迫を回避するため、再エネや原子力等脱炭素効果が高い電源を最大限活用すると明言したが、具体的な方策が政府から示された形跡はない。

原発再稼働の議論は急務である。そこで、特重施設設置完了前であっても設置変更許可が下りている原発の再稼働に向けて政府が最大限支援することが望ましいが、見解を伺う。

答 特重施設を含む原発の安全規制は原子力規制委員会の所掌であるが、経済産業省として、電力の安定供給の確保については、あらゆる事態を想定しつつ、状況をしっかりと確認し、需給両面で必要な対策を検討していきたい。原発の再稼働を円滑に進めていくため、産業界に対して事業者間の連携による安全審査への的確な対応を働き掛けるとともに、国も前面に立って、立地自治体等関係者の理解と協力を得られるよう、粘り強く取り組んでいく。

問 電力広域的運営推進機関（広域機関）の資料によると、冬季の電力逼迫は、原発以外の方法で回避できる可能性もあることが示唆されている。同資料によれば、2022年度冬季の東京エリアでの供給力確保の見通しにおいて、石炭ガス化複合発電（IGCC）がなければ供給力不足になるとしている一方で、電気

事業者や経済産業省は、現時点では I G C C を供給力として計上していない。
これはこういった整理をしているのか伺う。

答 I G C C は、石炭をガス化することによって高い発電効率と環境性能を持つ、次世代型の火力発電システムである。現在、日本では、約50万kWの I G C C プラントが、福島県内で計2基（勿来及び広野）、営業運転している。勿来は2021年4月に、広野は同年11月に運転開始したが、運転開始から間もなく、また、技術的にも部品構成が複雑な発電設備であるため、勿来で22回、広野で9回の計画外停止又は出力低下が生じている。

供給の計画を策定する際は、安定供給の見込まれるものを計上しており、そうした意味で、現時点では I G C C を供給力として計上できていない。一方で、2022年度の東京エリアを含む東日本の電力需給は極めて厳しい状況にあり、需給逼迫時に I G C C を含めた供給力をできる限り多く確保することは重要であるため、そうしたことが可能となるように、発電事業者としっかりコミュニケーションを取りながら対応策を講じていきたい。

問 I G C C は2018年度頃に技術確立とのロードマップが示されており、2022年度には本格稼働していたはずだったが、今も発電事業者側での実証段階にあることは、元の見通しがやや甘かったとの指摘もある。そこで、I G C C について、国としてどのような目標設定に基づき支援していたか、その支援やロードマップに問題はなかったか、見解を伺う。

答 I G C C は、従来の U S C に比べて C O₂ 排出量を約2割削減できる最先端の技術である。この実用化を目標として、予算事業で、広島県大崎上島町での技術開発実証試験を2012年度から進め、2018年度までに、技術が確立して実用化に向けた見通しが得られたところである。

今後は、この取組を土台として、I G C C から排出される C O₂ を分離回収する設備等を併設した上で、回収した C O₂ を資源として活用するカーボンリサイクル技術の開発実証試験も進めていく。

問 2022年度冬季の電力逼迫に備えるためにも、I G C C を供給力として計上する必要性を伺う。また、実証段階の課題を精査し、冬までに本格稼働に踏み切

れるようにすることが急務と考えるが、国としてどのような支援が可能か、併せて伺う。

答 I G C Cを安定的な供給力として計上することは、現段階では、まだ難しいものと認識している。他方で、電力需給の逼迫時に、できるだけ多くの供給力を確保したいとも考えている。そのため、実証段階から本格稼働の段階に移行していく中で、多々生じ得る不具合に対する技術面、メンテナンス面での要因の早期解明及び再発防止を積み重ねていくことによって、供給力としての確実性が高まっていくものとする。

電力供給については、広域機関及び電気事業者と連携して必要な対策を講じていき、しっかりと確保できるように取り組んでいきたい。

問 ガソリン販売量は2004年をピークに減少が続いており、現在はピーク時の74%まで落ち込んでいる。また、サービスステーション（SS）は、1995年の6万軒から、2020年には2万9,000軒に減少した。廃業の理由は様々だが、後継者問題、施設の老朽化、販売量の減少、粗利の減少等が挙げられている。一方で、SSは地域社会の重要かつ不可欠な社会インフラであり、特に災害時には最後のとりでとして給油活動等を行っている。そこで、SSの社会インフラとしての機能についての政府の捉え方及びSSを維持するための支援策の在り方を伺う。

答 カーボンニュートラルの実現に向けてガソリン等石油製品の需要縮小が見込まれる中、SSは平時、災害時を問わず最後のとりでとして石油製品の安定供給という重要な役割を果たす社会インフラである。このため、その機能やSSのネットワークが維持強化されるように、例えば、令和3年度補正予算で180億円を措置した脱炭素社会における燃料安定供給対策事業により、今後も残存する石油製品需要に対する安定供給体制の確保を支援している。また、現在、第6回公募中の、総額1.8兆円の事業再構築補助金も活用し、SS事業者が更なる経営の多角化を図れるように新たな取組への挑戦を応援している。

問 SS業界からは合成燃料の早期実用化に向けた支援が求められている。安価で大量のグリーン水素の安定調達を早期に実現することが重要と考えるが、政

府の受け止めを伺う。

答 合成燃料は、カーボンニュートラル社会の実現に大きく貢献するのみならず、SSネットワークや内燃機関など既存のインフラや設備を活用できるという利点もある。一方で、製造コストが高い、高効率な製造技術が確立されていないといった課題がある。

そこで、経済産業省は、国産グリーン水素の大規模な活用も視野に入れながら、合成燃料低コスト化の鍵となる水素について、水電解装置の大型化や水素製造効率を高める技術開発を、G I 基金を活用し支援している。また、水素製造と同時に、合成燃料の早期実用化の鍵となる製造プロセスの高効率化や低コスト化のための技術開発プロジェクトを支援することとしている。こうした取組を通じて、可能な限り早期に実用化が実現するよう進めていきたい。

【カーボンニュートラル】

問 環境副大臣から、C O P 26で、日本の温室効果ガス削減目標は高い評価を受けたとの説明があった。しかし、E Uは1990年比でマイナス55%、英国がマイナス68%、ドイツがマイナス65%と、先進国と言われる国々の目標は、大体5～6割であって、2030年度までに2013年度比46%削減という日本の目標は、余りにも低過ぎる。この日本の削減目標が国際的に見て低過ぎるという問題について、環境副大臣の政治家としての認識、考え方を伺う。

答 削減目標を、何年と比べてどの程度減らすかの基準が各国でずれているため、少し分かりにくいのが、日本の2013年度比という基準に合わせると、日本がマイナス46%、英国はマイナス55%でE Uはマイナス44%となる。日本は英国とE Uの間に入っており、決して低過ぎることはない。ただ、このまま行くとマイナス46%でも少し厳しいことから、もう一段加速させて、大幅に減らしていかなければならない。ただ、これに向けた一つの大きなネックは、20～22%を目標としている原子力発電比率が安全性等の理由で上がってこないことである。CO₂排出の約半分が電力によるが、脱炭素電源の原子力を、安全、安定的に利用していくことがなかなか難しい。そのため、そこで補えない分を、C

CSや合成燃料等によってCO₂を再度循環させることによって、事実上排出させない日本の技術を用いて、クリアできるところはしっかりとクリアしていきたい。

問 脱石炭火力発電が国際的な一つの流れで、欧州のほとんどの国が撤廃年限を決めている中、日本が石炭火力発電の撤退年限を決めない理由と、2030年度の電源構成について石炭を19%に減らすという水準でいいのか見解を伺う。

答 石炭火力発電所については、当面は新增設があるが、その後は新增設がなくなるため、いずれ設備容量はマイナスで推移すると考える。一方で、電力需給全体は逼迫状況が続き、また、今後インターネット社会において、電力を消費する様々なバーチャル技術が高まってきたときの電力需要の見通しが難しい点もあるため、当面は電力の安定供給を最優先としたい。その上で、石炭火力発電については、排出される高濃度のCO₂をCCSで回収してガソリンを作り出す技術、あるいは、直接空気からCO₂を吸収するDAC技術も含め様々な技術でもって、日本の答えをしっかりと出していきたい。

問 政府の計画は、石炭火力発電所の継続を前提に、排出されるCO₂を回収して地下に貯留するCCS、火力発電のアンモニア混焼・専焼技術、水素の利用技術等を今後開発してCO₂排出を減らすというものだが、2030年度までの緊急性から考えると、既存の技術や実用化のめどが立っている技術を積極的に普及、導入することで、直ちに削減に踏み出すことが大事ではないか。新技術の実現可能性を含めた技術開発の展望を伺う。

答 それぞれの技術開発の実現可能性については様々な議論があるが、何か一つに絞る、あるいは既存の技術だけを活用するというだけでなく、あらゆる可能性を追求して技術開発を進めていく。確かに石炭火力発電も長期的には様々な議論があるが、例えば旧炭鉱の跡地を貯留に使うなどの実証実験も行っており、仮に排出されるCO₂が全て吸収できれば、非常にクリーンなエネルギーということにもなる。

問 温室効果ガス排出の実質ゼロを短期的には見込めない産業の脱炭素化、低炭素化に向けたトランジションが必要である。そこで、日本においても、カーボ

ンニュートラルや気候変動対策を進める上で、CCSが重要な技術との位置付けで相違ないか伺う。

答 気候変動対策のために重要なことは、化石燃料の利用そのものが問題ではなく、そこから排出されるCO₂が問題であると認識している。したがって、化石燃料を利用しながらも大気中のCO₂を増加させないCCS技術は、2050年カーボンニュートラルに向けた鍵となる脱炭素技術であり、IEA等の国際機関のカーボンニュートラル実現に向けたシナリオや日本のエネルギー基本計画においても同様の位置付けがされている。

問 カーボンニュートラルの実現は、産業界全体の発展にも資するものとなるよう国が下支えをしなければならないが、欧州は域内企業に有利に働くルールを世界標準に昇華させるべく精力的に取り組んでいる。結果として、日本企業が技術で勝ってビジネスで負けるといった事態となっている。日本の国益に沿った国際ルールを形成するためには、国が責任を持って環境整備を図るべきだが、現状ではそうした環境が整備されているとは言い難い。そこで、こうした現状に対する政府認識、これまでの反省点及び今後の取組方針を伺う。

答 国際ルール形成において日本の国益を反映させることは極めて重要である。

昨今の国際的な情勢も踏まえ、各国が資源エネルギーの安定供給を図りつつもカーボンニュートラルの旗を掲げ、脱炭素技術の大競争を行う時代に突入している。こうした中で、各国が、カーボンニュートラル実現の鍵となる革新的技術に大規模な投資や市場創出を行うとともに、それによって市場を最大限獲得できるようなルール等の形成に取り組むことで自国の国益を最大化しようという視点があることは事実だと考える。そのため、日本としても、国内で良い技術を開発し良い製品を作れば世界の市場を獲得できるとの考え方ではなく、内外一体の産業政策の視点を持ち、国際的なルール形成に戦略的に取り組むことが重要と認識している。日本企業が競争力を持つ地道な省エネ技術等、着実な低炭素移行の取組が排除されることなく評価される必要があることから、いわゆるトランジションファイナンスの考え方の普及拡大に向け、環境整備に取り組んできた。2021年5月に基本指針を策定し、その後、七つの分野別ロード

マップも取りまとめた。また、2021年度には12件、3,000億円規模のモデル事例の創出を支援した。さらに、2021年12月に発足したアジア・トランジション・ファイナンス・スタディ・グループでは、トランジションファイナンスの考え方をアジア内で拡充する取組を進めている。

こうした取組を含め、国際連携又は多国間、二国間の国際交渉において、積極的なルールメイキングや標準、基準の策定を提案することで、日本が国際的な議論をリードしていきたい。

問 気候変動対策について、欧州は、一見高い政策目標を掲げているように見えるが、実質的にはスローガンでしかなく、行動目標のようなものがない。そのため、日本の行動目標が批判されて国際競争力が落ちることはあってはならず、国民の誤解も是正しなければならない。こうした認識の下で、温室効果ガスの削減のみに焦点を絞ったキーテクノロジーによる削減実績の見える化を日本がルールメイキングしていく必要性を伺う。

答 気候変動対策は、各国が高い野心を掲げるだけでなく、着実に実行に移し、削減に向けた取組と実績を国際社会に示すことで各国の機運を高め、更なる取組につなげていくことが重要である。

日本の2020年度の温室効果ガス総排出量は、2013年度と比較して2億5,900万t減少し、7年連続の削減を達成した。また、政府は、排出実績を毎年公表し、国連気候変動枠組条約事務局に提出して各国のレビューを受けているほか、国内外に対し、これまでの取組や今後の戦略についての情報発信にも取り組んでいる。引き続き、削減実績にも焦点を当てながら、国民や主要国が日本の取組を十分に認識するよう、効果的な情報発信を行っていきたい。

問 ルールメイキングは国際競争における人との交渉である。参考人からも指摘があったように、ルールメイキングに臨むプロの育成、確保に向けて迅速に取り組んでいく必要があるが、政府の方針を伺う。

答 国際的なルール策定交渉には、語学、技術、法律等といった高い専門知識が要求される。経済産業省においても、例えば気候変動分野では、国際交渉に臨む人材を長期的な観点で育成するために、国連気候変動枠組条約事務局等に職

員を派遣し、気候変動交渉関連の作業に従事させるなど、人材育成に努めており、国際交渉でも活躍している。例えば、2021年に開催されたC O P 26では、技術分野の交渉会合で経済産業省の交渉団から共同議長を輩出し、パリ協定の市場メカニズム交渉では、日本提案が交渉合意の打開策となりC O P 26の成果に大きく貢献して参加国から称賛された。

また、外部人材の活用も重要であって、経済産業省としても、委託事業で実際に交渉に当たる専門家を確保することで、高度な専門家を育成するとともに、日本政府交渉団として参加してもらっている。

こうした政府内外の人材を、戦略性を持って育成し活用することにより、ルール策定交渉を有利に進められるように努めていきたい。

【再生可能エネルギー等】

問 2021年秋からの原油高に、ウクライナ侵略が追い打ちとなってL N Gや原油など化石燃料の価格が高騰し、その影響が国内の電力市場価格にも及んで高値が続いている。F I T電気の調達価格は電力市場価格と連動する仕組みのため同様に高騰しており、再エネ電気を扱う新電力が苦境に立たされ、廃業、倒産が相次いでいる。そのため、資金繰り支援だけでなく制度的な見直しも必要ではないか伺う。

答 足下の価格高騰に対し、あらかじめ対策を講じていた小売電気事業者が存在する一方で、F I T電気を多く調達している一部の事業者から経営状況が厳しいとの声が上がっていることは認識している。こうした声が多く上がった2020年度冬季の市場価格高騰の教訓を踏まえ、地域新電力等が市場価格変動リスクに対応できるよう、先物取引等のヘッジ策の周知広報を進めるとともに、小規模な地域新電力が保険商品を活用してF I T電気の調達価格をヘッジすることへの支援等に取り組んでおり、説明会も繰り返し実施している。また、利益率が減少している事業者に対する日本政策金融公庫による貸付金利引下げなど、新電力の資金繰り支援も実施している。重要なことは、全ての関係者にとって、公平公正で信頼のある市場を構築していくことである。今後とも市場

の状況を注視していきたい。

問 再エネは原料費が掛からず、化石燃料の高騰とは本来無関係であるにもかかわらず、電気料金高騰の結果、大手電力への切替えが起きたり、新電力自体が減少したりするということは理不尽なことと考えるが、見解を伺う。

答 再エネ電力の割合を増加させることが国の基本方針であることに間違いはない。一方で、基本的には、事業者が電力市場価格の高騰に影響されない形での契約を結ぶことも可能と考えており、市場において、信頼のおける公平公正な取引が行われることが大変重要である。

問 2022年4月に四国電力、東北電力、中国電力が再エネの発電量の制御を求める出力制御を行ったが、その対象となった発電所の種類と箇所数を伺う。また、太陽光発電が普及する中で、今後もこうした出力制御が頻発すれば、再エネ参入抑制にもつながりかねないと思うが、認識を伺う。

答 再エネの出力制御は、2022年4月9日に四国電力エリアにおいて太陽光発電及び風力発電で83件、4月10日に東北電力エリアで21件発生している。出力制御については、まずは地域内の火力発電を最大限に出力抑制し、揚水発電等で需要をつくる。次に、地域間の連系線を通じて余剰電力を他の地域に送電する。それでもなお供給が需要を上回る場合に初めて再エネの出力制御を行うということである。出力制御は、停電等を防止して電力システム全体の安定供給を支える需給バランスを保つため必要であり、再エネが増えてくるとこうした事象が生じ得るものである。ただし、再エネ導入拡大の観点からは、こうした出力制御量を可能な限り減らしていくことも重要であるため、蓄電池の活用やオンライン制御の推進、さらに、地域間連系線の整備を進めていく必要がある。

問 政府はこれまで、火力発電や原子力発電をベースロード電源とする考え方を取って、再エネ最優先原則を取らずにきた。しかし参考人から、欧州等では、太陽光発電と風力発電を中心とする自然変動型電源を柔軟に受け取るという柔軟性パラダイムに移行しつつあるとの説明があった。日本においても、ベースロード電源という考え方から、柔軟性パラダイムへとシフトチェンジしていくことが必要ではないか、見解を伺う。

答 2021年10月に策定された第6次エネルギー基本計画において、2050年カーボンニュートラルの実現に向けた取組を進めることとしており、その中で、再エネについては最大限の導入を進めることとし、その際は、自然変動電源の更なる導入を図るとしている。そのため、系統制約の克服や調整力の確保といった、電力システムの柔軟性の向上が重要と認識しエネルギー基本計画にもその旨規定しており、これを受けて、蓄電池の導入拡大、連系線の整備等に取り組んでいきたい。

一方で、電力の安定供給は大変重要な政策課題であり、電力不足という非常に重大な事態に直面する中で、需要に応じた電力供給との観点から言えば、ベースロード電源は発電に係る運転コストが低廉な上、安定的に発電し続けられ、昼夜を問わず継続的に稼働可能という特性を持つものである。

そこで、S + 3 Eのバランスを取り続けるためにも、電力を供給する上では、ベースロード電源に加え、火力発電、揚水発電や蓄電池といった調整電源、そして再エネ、こうしたものをうまく組み合わせることが重要である。

問 日本の技術で世界を牽引していくためには、かつて日本が世界をリードし、今後重要となってくる蓄電池に再度力を入れるべきである。経済産業省は、蓄電池の国内製造能力を2030年までに現在の約5倍にするとの目標を掲げているが、その実現可能性を伺う。また、製造能力だけではなく技術革新でも世界を牽引できるような支援体制の構築が非常に重要と考えるが、その戦略の有無を伺う。さらに、2012年の蓄電池戦略における2020年の蓄電池世界シェア5割との目標未達の理由を伺う。

答 蓄電池の国別生産能力は、経済産業省の試算によると、2020年度時点で、中国が150G～180GWhであるのに対し、日本は20GWhで世界の約1割程度のシェアという状況にある。また、2012年の蓄電池戦略では、当時5兆円だった世界全体の市場規模が、2020年には約20兆円に拡大すると想定して、当時18%だった日本関連企業シェアを、2020年までに5割にするとの目標を掲げていた。

そうした中で、蓄電池は、まず、2050年カーボンニュートラルの達成に向けて、自動車の電動化や再エネの主力電源化を実現するための最重要技術の一つ

と考えている。一方で、過去には技術的優位性によって、初期の市場確保ができていたものの、中国や韓国等のメーカーが、あからさまな政府の支援を背景に台頭してきたことで、日本がシェアを落としたことは事実と認識している。

こうした厳しい現状を真摯に受け止め、日本の蓄電池産業が再び国際競争力を取り戻すための戦略の策定に向け、現在、官民協議会の下で検討を進めている。例えば、イノベーションについては、国内製造基盤の確立とともに、全固体電池等の次世代技術開発や上流資源の確保も含めて全体で取り組むとともに、施策の方向性等を示した蓄電池産業戦略を、2022年夏頃をめどに取りまとめて、日本の蓄電池産業の国際競争力の強化に向けてしっかりと取り組みたい。

問 蓄電池について、今後、日本が世界を牽引していく決意を伺う。

答 蓄電池は2050年カーボンニュートラルの達成に向けて自動車の電動化や再エネの主力電源化を実現するための最重要技術の一つであると考えている。かつては日本のメーカーが優位性を保っていたが、各国の産業政策、あるいは投資競争に敗れて、現在は厳しい状況にある。ただ、いまだに技術的優位性はあると考えており、それが失われないうちに官民がしっかりと連携しながら巻き返しを図っていきたい。

3 委員間の意見交換

これまでの3年間の調査を踏まえ、令和4年4月20日、資源エネルギーの安定供給について、報告の取りまとめに向け、委員間の意見交換を行った。その概要は次のとおりである。（発言順）

滝波 宏文 君（自由民主党・国民の声）

調査会の3年目は、エネルギーの持続可能性をテーマに、参考人からも幅広い視点で昨今の情勢について話を伺い、議論を重ねてきた。この度、最終報告書の作成に当たり意見を申し述べる。

まず冒頭に、ロシア軍によるウクライナ侵略で戦火の犠牲になられた全ての方々に、深く哀悼の意を表す。今般のウクライナ侵略は、力による一方的な現状変更であり、到底許せるものではない。政府には、関係諸国と一致団結し、ロシアに対し一日も早い部隊撤収を強く迫るよう求める。

ウクライナ侵略は、本調査会のテーマである「資源エネルギーの安定供給」にも大きな課題を投げ掛けた。ロシアを中心とした地政学リスクが世界のエネルギー市場の安定を揺るがした今回の事態から、日本が学ぶべき教訓は「エネルギーは安定供給こそが最優先」ということである。2050年のカーボンニュートラルや2030年度の温室効果ガス46%削減に向け、時間軸を意識して取り組む一方、常に最悪の事態に備え、エネルギーが途絶しないよう、リアリズムにのっとった冷静な判断を下し実行に移すことこそが、政治が果たすべき役割ではないか。

ウクライナ侵略により、天然ガスをロシアに大きく依存してきた欧州では、ロシア依存を最大限引き下げながらも安定供給をいかに確保するか、そのためのエネルギー政策の大転換が政治主導で起きている。脱石炭を掲げていたドイツでは、天然ガスを世界中から買い集め、足らざる部分は石炭火力の再稼働で埋めようとしている。原子力依存の縮小を掲げていたフランス、ベルギー等では、革新炉を含む原子力の新設や既設炉の最大限活用が打ち出された。

日本においても、バランスの取れた、現実的で責任ある、したたかなエネルギー戦略が何より重要と考える。資源が乏しく周囲を海に囲まれた日本では、安

全性、安定供給、経済効率性、環境適合のS + 3 Eの全てを満たす、単一なエネルギー源は存在しない。カーボンニュートラルを目指す上で、太陽光、風力はもちろん、国産材を活用した木質バイオマスなど、再エネは当然、最大限活用すべきであるが、2022年3月の電力需給逼迫でも明らかになったように、天候不順で再エネが期待どおりに発電しないときのバックアップの確保や、平地や遠浅の海が少ない日本における立地制約の問題は避けられず、再エネだけに頼ることは限界がある。

安定・安価な電力の供給とカーボンニュートラルを同時に実現するためには、天候に左右されずに安定的に稼働できる「脱炭素電源」である、原子力も最大限活用することを含め、あらゆる選択肢を追求することが、現実的で責任あるエネルギー政策であると考えられる。

現在、政府においてクリーンエネルギー戦略の検討が進められているが、この中においても、安定供給を大前提に、安全性、経済性、そして環境適合から成るS + 3 E全体のアップグレードが必要である。

この点、原子力はSすなわち安全性に課題があるとの意見があるが、その安全とは一体、誰の安全であるのかを、皆様に考えていただきたい。原子力のリスクを一義的に引き受けるのは立地自治体であり、その住民の安全確保こそ、何より優先すべきである。そのことは、原子力推進か脱原発か、との立場に関わらないはずである。

例えば、東電福島第一原子力発電所で停止中だった炉も事故を起こしたように、運転中でなくてもそこにリスクがあることを考えれば、今原子力施設がある以上、立地地域におけるいざというときの避難道整備は、国を挙げて早急に行うべきものである。

一部の立地地域がリスクを引き受けて、原子力による安定・安価な電力を日本全体が「公共財」として使ってきている、このことを日本全体で、「自分事」として引き受けていただくことが必要である。そのためには、「原子力推進か脱原発か」という軸だけではなく、それ以上に、「立地地域が直面する問題に寄り添うか否か」という軸を加え、「二次元」で原子力問題を捉えていただきたい。

以上が、日本最大の原子力集積地であり、エネルギー政策を決して他人事にできない、福井県選出の私からの意見表明である。

野田 国義 君（立憲民主・社民）

世界中でのコロナ禍が、発生から2年を過ぎた今も収束しておらず、さらに、2022年2月、ロシアがウクライナを侵略し現在も続いている。こうした事態は、世界中のサプライチェーン分断、原油やLNG価格の高騰等を招き、日本の資源エネルギーにも大きな影響を及ぼしている。

そのため、日本の社会経済の安定の基礎である資源エネルギー政策は、こうした最近の情勢も踏まえ、特に次の点に留意して進める必要がある。

第1に、エネルギーの安定供給確保とカーボンニュートラル実現の両立を図るために、再エネ主力電源化を一層進め、また、日本の技術力の一層の発揮を図ることである。ウクライナ情勢の深刻化によって、海外からのエネルギー調達の不安定化が強まる中、再エネは、純国産エネルギーであり、導入すればエネルギー自給率は上がる。そのため、再エネの自然変動電源性の解決に向け、蓄電池等の技術開発や系統接続問題の解消等の取組を一層加速化するとともに、大規模集中電源から再エネを活用した地域分散型電源へのシフトを図るべきである。また、日本は資源エネルギーこそ乏しいが、技術力、イノベーション力がある。こうした力を存分に発揮することで、再エネの主力電源化やカーボンニュートラル実現に向けた研究開発への支援を全力で講じるべきである。

第2に、鉱物資源の安定供給の確保である。鉱物資源は、日本のものづくり産業を支える基盤であり、カーボンニュートラル実現に向けたEV等のイノベーションにも必須である。そして、特に、レアメタルは、生産国が中国等に偏在していることから、調達先の多角化を一層進めるとともに、リサイクルの実用化の実現を早急に図らなければならない。また、リサイクルは、鉄や銅といったベースメタルでは既に進んでいるが、レアメタルは、個々の製品にごく微量が使われているにすぎないことから容易ではない。そのため、リサイクルしやすい製品づくりへのシフト、製品に用いられる資源のトレーサビリティの確立等により、

一日も早いリサイクル実現を図るべきである。

第3に、国民のエネルギー選択に必要な情報公開、適切な説明が、日本のエネルギー政策に決定的に欠けていることである。2011年3月11日の東電福島第一原発事故を契機に、日本の原発は全て停止したが、現在、新規制基準への適合性審査をクリアした原発が再稼働している。しかし、この間、国民の原発不信が解消されておらず、原発について国民の信を問うこともなく再稼働していることは問題である。国民が安心できる安全な電源を選択する自由は軽視してならない。

第4に、原発である。ウクライナにおいて原発が攻撃、占拠された事態は国民に大きな衝撃を与えた。このことから、原発依存からの脱却が急務であることが改めて明らかとなった。また、ALPS処理水の処分方法について、漁業者の理解を得る取組が全く不十分なまま決定されたことには強い憤りを覚える。さらに、使用済燃料の処分が見通せない中での原発再稼働はあり得ない。こうした問題が、国民の原発への不信感を広げていることを、政府は、真剣に受け止めなければならない。しかし政府は、こうした問題から目をそらすかのように、イノベーションやカーボンニュートラルといった看板の下、高温ガス炉や小型原子炉等、原発の技術開発を進めようとしており、国民軽視も甚だしいと言わざるを得ない。国民のエネルギー選択の重要性を顧みず、ずるずると原発推進に進むようなことは、決して許されない。

最後に、この3年間の本調査会の活動期間を通じて、実に様々な点について、大局的な見地からの論議が活発に行われた。政府及び関係者におかれては、本調査会におけるこうした議論を活用し、日本のあるべき資源エネルギー政策の実現に努めていただきたい。

塩田 博昭 君（公明党）

現下の資源エネルギー情勢を踏まえ発言する。

日本は世界3位の経済大国であり、世界有数の資源エネルギーの消費国である。しかし、鉱物資源も化石エネルギーもほとんど産出せず、一次エネルギーの自給率はわずか12%となっている。そのため、日本は資源エネルギーを安定的に

輸入し続けるとともに、再エネの主力電源化を一日も早く成し遂げなければならない。

しかし、国際情勢には一層の不透明感が高まっている。地球規模のコロナ禍は、発生から既に2年を経過するが、今なお沈静化せず、国際サプライチェーンに悪影響を及ぼし続けている。さらに、2022年2月にはロシアがウクライナを侵略し、今もウクライナ各地で戦火が続き、深刻な人的・物的被害が広がっている。国際社会は、ロシアのウクライナ侵略に対し、非常に厳しい経済制裁を行い、また多くの企業がロシアから撤退するなど、その非難の姿勢を強めている。他方で、世界有数の資源エネルギーの産出国であるロシアは、こうした経済制裁に対し、資源エネルギーを対抗材料として用いようとしている。そのため、天然ガスをロシアに依存する欧州への影響が大いに懸念され、価格が国際的にも高騰するなど、その影響が世界中に広まっている。また、日本のカーボンニュートラルに向けた技術開発にはパラジウムといったレアアースが必須であるが、こうした鉱物資源の多くがロシアに偏在しており、さらに、サハリン2プロジェクト等、ロシアの上流権益に日本は多額の投資をするとともに、石油や石炭についても一定量をロシアに依存している。こうしたことから、日本の資源エネルギー政策は、ウクライナ情勢を踏まえた脱ロシアの観点からの戦略が求められている。

2050年カーボンニュートラルの実現に向けた取組は、地球規模で行われており、その必要性に今や疑義を挟む余地はない。しかし、世界を見ると、経済発展を成し遂げた国、発展途上の国、そして最貧国、様々な状態の国がある。世界経済をけん引する日本としては、こうした現実を直視し、貧困やエネルギーの安定供給など、持続可能な開発目標（SDGs）で掲げられた目標等を踏まえてカーボンニュートラルに取り組むことの重要性に留意する必要がある。そのため、日本は、再エネの導入拡大やイノベーションを通じて、自国のカーボンニュートラルを一日も早く実現するとともに、様々な国の発展段階に応じた資源エネルギー面での支援を講じる必要がある。また、CO₂を貯蔵し活用するCCUS等の革新的技術の実現は、一国だけでなく国際協調で成し遂げなければならない課題と考える。このように、カーボンニュートラルは、一国だけでなく地球規模で行わ

なければならないことを、改めて認識して、取り組んでいくことが重要である。

日本は、エネルギー自給率が低く、再エネの主力化も緒に就いたばかりとあって、エネルギーの選り好みができる状況にないことも事実であり、安定供給を確実にするために、使えるオプションは全て用いるべきとの声もある。しかし、2011年3月11日の東電福島第一原発事故によって、国民の原発の安全性に対する信頼が崩壊し、もんじゅの不祥事を始め原発敷地内における様々な問題の発覚、さらに最近の東電柏崎刈羽原発でのテロ防護対策に係る問題等、不祥事等が相次いでいることで、国民の原発への不安は、解消されるどころか増幅さえしていることは問題である。そして、本調査会においても、政府や電力会社等の国民への説明の不十分さが何度となく指摘されてきた。こうしたことを考えると、やはり、日本は、原発に依存しないエネルギー供給体制の確立、そして原発に依存しない社会を目指すことが重要と考える。

舟山 康江 君（国民民主党・新緑風会）

資源エネルギーという大変重要なテーマに2年間参画し、大変勉強になった。

資源エネルギーの安定供給を考えるに当たっては、S+3E、つまり安全性、安定供給、経済効率性、環境適合といった観点をしっかり踏まえなければならない。このうち環境適合については、現在、カーボンニュートラルの要請を考えることが中心になっている。このこと自体は世界の流れでもあり否定はできないが、本来取り組むべきは、カーボンニュートラルだけではなく環境負荷全体をいかに低減していくかであり、このことを更に深く考えていかなければならない。

本調査会の委員からも指摘のあったEUタクソノミーでは、気候変動の緩和、適応に加え、例えば、水資源、海洋資源の持続可能な利用と保全、循環型社会への移行、汚染の防止と管理、生物多様性と生態系の保護、保全、こういったことへの配慮が今後は求められるという流れになっている。

本調査会に出席した参考人から示されたプラネタリーバウンダリー、すなわち地球の限界を考えるに当たり、気候変動はもちろんのこと、その他の分野についても、十分に配慮しながら持続可能な活動を続けなければならないとの指摘が

あった。現在、政府も環境省を中心に、このプラネタリーバウンダリーの考え方を踏まえ取り組んでいると思っている。ただ、CO₂をいかに削減するかに施策が集中し過ぎており、本調査会で、その他への配慮について提言していただきたい。さらに加えると、最終製品からの負荷が注目されがちだが、ライフサイクルアセスメント、製造過程全体で生じる環境負荷の観点も考えなければならない。グリーン化、デジタル化、再エネは、一見非常に環境、地球に優しくCO₂も少ないと言われるが、実際には、製造過程でレアアース、レアメタルを大量に使用し、その過程でCO₂排出量も非常に多く、場合によっては、児童労働、不当労働が行われている可能性もある。こうしたことを考えたときに、全体として環境負荷低減という観点から、どのような影響があるのかも含め、あるべき姿を模索することも、大変に重要な視点である。

今後、タクソノミーの議論も、国際共通基準化に向けて進んでいくと思うが、様々な面での国際的なルールメイキングに、日本がいかに参画していくのかも大変重要な観点である。1997年の京都議定書に向けた議論においても、様々な国々の様々な利害の中で、基準年や数値目標について様々な議論があった。各国は、当然に、地球全体の負荷低減という大きな目標に向けて主張はしていたが、やはり自国にとって何が有利なのかといった観点での主張も非常に多く見受けられたと思う。そこで、本当の意味での持続可能な地球、環境負荷全体の低減を考えると、日本としても、しっかりとその国際基準作りの中でルールメイキングへ参画していくことに本気で取り組む必要がある。

続いて各論である。一点目は、エネルギーの安定供給を考えるに当たり、私も、再エネの主力電源化、普及に大いに賛成する。しかし、多くの国民も総論は賛成でも、個別事案となると反対の声が結構ある。例えば景観破壊、低周波の問題等をめぐり、地元との調整がうまくいかずに各論反対との事例も多く見受けられる。そのため、やはり入口段階で地元との事前調整ができる仕組みを強く打ち出すべきである。エネルギー問題の難しさは、原発反対、化石燃料もCO₂を排出するから反対、そして再エネも個別になると反対となりがちなことである。しかし電力は使わずに済むものではない。S + 3 E を考えたとき、やはり総論とし

て前に進むように、再エネに関しては地元調整の仕組みを事前に入れていくことを提案したい。

各論の二点目は、再エネのうち、地熱エネルギーは初期投資も大きいことから、国として、投資、開発に力点を置いていただきたい。地熱エネルギーはかなり大きなエネルギーを持っていることから、国家戦略として、地元との調整を含め、しっかりと投資、開発に力を入れていただきたい。

今後の課題についても、また引き続き議論していきたい。

梅村 聡 君（日本維新の会）

本調査会は3年間にわたり調査を続け、これまで多くの参考人から知見も頂戴し、また委員各位の質疑を通して理解を深めることができたと考えている。特に、ウクライナ情勢や2050年カーボンニュートラルなど、現在の資源エネルギーをめぐる情勢を踏まえ、三つの意見を申し上げる。

一つ目は、供給源の多角化とレアメタルの代替材料開発及びリサイクルの推進の加速化を通じて、安定供給の確保を図ることである。供給源の多角化については、ロシアを始めとするリスクが大きい国への依存から可能な限り脱却し、例えば友好国からの輸入を増やすことが重要と考える。その際、特に鉱物資源については、友好的な供給国が価格競争力で劣っていても買い支えるなどの取組も検討すべきであり、また、鉱山開発の際などに、環境に配慮することによって上昇したコスト分は先進国の責任で吸収するという努力も必要と考える。

レアメタルの代替材料開発及びリサイクルの推進については、鉱種ごとに今後の需要や供給リスクを見極めることが求められる。その上で、レアメタルの代わりに豊富に存在する鉱物資源を利用する代替材料の開発を進めることが重要である。さらには、リサイクルシステムの構築に向け、製品に含まれるレアメタルの種類や量の情報の整理、公開等を進めるなどの取組を国が推進すべきと考える。

二つ目は、国民負担の抑制をどのように実現すべきかである。日本は、再エネの発電コストが諸外国と比較して高い中で、再エネの導入を拡大してきた。その結果、国民負担が非常に大きくなっている。コロナ禍の反動等を背景とした、

近年の国際的なエネルギー価格の高騰という事情もある。そうした中でのロシアのウクライナ侵攻の結果、原油、ガス、LNGの価格が高騰するなど、非常に厳しい状況となっており、電気料金等の国民の負担も非常に厳しい状況にきている。こういった電気料金の高騰と綱渡りの電力逼迫を克服するためには、やはり原発の活用は欠かせないと考える。原発に対する不信感や安全性に留意することは当然のことであるが、いわゆる特重施設の整備以外の新規制基準を満たした原発については、エネルギー基本計画を改訂し、内閣の責任で稼働させるべきであるし、少なくとも課題の洗い出し、こうしたものはしっかり行っていくべきと考える。

三つ目は、エネルギーの安定供給とカーボンニュートラルの両立の在り方についてである。日本の経済社会を維持、発展させ、同時に気候変動問題に対処するためには、これらの両立というものは不可欠である。エネルギー基本計画の2030年度のエネルギーミックスは、現実と乖離した部分があるかと思う。再エネの主力電源化は追求すべきではあるが、ガスの供給が不透明となり原子力の重要性が高まる中で、ミックスは再検討すべきと考える。また、温室効果ガスの削減についても、2050年カーボンニュートラル目標は維持するにしても、その道筋については再考すべきである。安定供給を確保しながら国民に過大な負担を掛けることがないように方向性を打ち出すことが大切だと考える。

こういったことを通じて、資源エネルギー問題については、日本維新の会は、現実的かつ戦略的に取り組んでいく必要性を指摘し、意見表明とする。

山添 拓 君（日本共産党）

3年目の調査テーマである資源エネルギーの持続可能性に関し意見を述べる。

2021年11月のCOP26で採択されたグラスゴー気候合意は、世界の気温上昇を産業革命前と比べて1.5℃に抑える努力を追求すると明記し、CO₂を大量に排出する石炭火力発電については、段階的削減としている。4月に発表されたIPCC第3作業部会報告書は、地球の気温は既に1.1℃上昇しており、1.5℃目標の達成には2025年までに温室効果ガスを増加から減少に転じさせることが必要だと強

調し、化石燃料依存からの脱却が不可欠としている。本調査会に出席した浅岡美恵参考人は、1.5℃目標が確認されたことで世界がこの先排出できる温室効果ガスはどれだけか、すなわち残余のカーボンバジェット、炭素予算が定まると指摘した。パリ協定が温室効果ガスの排出5割減を掲げた2030年に向け、文字どおり待ったなしである。ところが、日本政府の2030年度に2013年度比46%削減という目標は先進国に求められる水準に遠く及ばない。

岸田首相は、COP26を受けても排出削減目標の上積みを表示せず、石炭火力発電の国内での削減、廃止にも言及しなかった。それどころか、2021年に発表した第6次エネルギー基本計画は、2030年度も発電量の19%を石炭火力に依存することとし、石炭火力発電所を9か所も新增設する計画となっていた。水素やアンモニアの活用をうたっているが、石炭火力発電の延命策にほかならず、実用化のめどもなく、2030年度に間に合わない。さらに、海外輸出の公的支援まで行うのは、途上国を含めた世界的な脱炭素化の足を引っ張ることになる。

日本共産党は、2021年、気候危機を打開する日本共産党の2030戦略を発表した。これはCO₂を2030年度までに最大6割削減することを、エネルギー消費を4割減らす省エネと再エネで電力の5割を賄うことで実現するというものである。1990年代以降、欧米に比べて日本の省エネは立ち遅れてきた。ガス火力発電の高効率化、製鉄や製造業における電力利用の効率化など、大規模な省エネは可能である。しかも、省エネの推進は企業にも家計にも節約効果で負担減をもたらす。政府の試算でも、再エネの潜在量は国内の電力需要の5倍あるとされる。現在22%の再エネ比率を、2030年50%、2050年100%とすることも十分可能である。導入が進むほど価格は下がり、新設の発電コストは太陽光発電が最も安く、次いで風力発電である。社会システムの大改革が必要である。電力、産業、運輸・交通、都市・住宅、自治体の5分野で実行プログラムを示した。電力、鉄鋼、セメント、石油精製、化学工業、製紙業がCO₂排出の6割を占める。この6業界、約200の事業所にCO₂削減目標と計画実施状況の公表など、政府との協定を締結することを義務化して脱炭素を実効的に進める。こうして、脱炭素、省エネ、再エネを推進することは、生活水準の悪化や我慢を強いるものではなく、

経済の悪化や停滞をもたらすものでもない。研究グループの試算では、年間254万人の雇用が新たに創出され、GDPを2030年まで累計205兆円押し上げるとされる。地産地消のエネルギーで地域も地球も持続可能な未来へ道を開くものである。岸田首相は、ロシア産石炭の輸入禁止による電力需給の逼迫に対応するためとして、原子力を含め最大限活用すると述べた。原発の安全性は保証されておらず、東電福島第一原発事故の被害は今なお続いている。一部の政党から、審査中の原発であっても審査と再稼働を並行できるよう求める動きまであるが言語道断である。

エネルギーを海外に依存する体質こそが問題であり、再エネの抜本的拡大でエネルギー自給率を高めるべきである。本調査会に出席した飯田哲也参考人は、原子力などをベースロード電源とするのは、古い独占的な電力市場の考え方であり、太陽光と風力を中心とする自然変動型電源を柔軟に受け取る、AIを使った天気予測や需要側管理、デマンドレスポンスなど、様々な手法で再エネ電力を吸収する柔軟性パラダイムへシフトする必要性を述べた。原料費ゼロの再エネ電力を出力抑制で排除し、原子力への依存を続ける在り方は改めるべきである。気候危機打開の取組を本気で進め、資源エネルギーを含む地球の持続可能性を保つために、目先の利益を第一にする新自由主義は転換が必要である。石炭火力利益共同体、原発利益共同体の抵抗を排除し、格差と貧困を正すことと一体に進めるため、政治の姿勢を改めることが不可欠であることを強調し、意見とする。

第3 提言

はじめに

日本は、石油や天然ガス、石炭といった化石燃料のほぼ全量、レアメタル等の鉱物資源を海外に依存している。また、日本の国土は四方を海に囲まれており、電力が不足した場合にあっても諸外国から融通を受けることは困難である。さらに、平地面積はドイツの半分であり、遠浅の海の面積はイギリスの8分の1である等、再生可能エネルギーの導入にも制約がある。他方、世界第3位の国内総生産（GDP）をけん引するのは鉄鋼産業や自動車産業そして電子部品産業といったエネルギー多消費産業である。

このように、日本は、資源小国、自然条件、経済規模といった資源エネルギー上の制約条件が非常に大きい国であるため、資源エネルギーの安定供給の確保は日本の経済社会の死活的な問題である。

一方で、地球規模の気候変動問題への対応のためには、CO₂等の温室効果ガスの排出を削減し、カーボンニュートラルを実現しなければならない。そのため、温室効果ガスを排出している諸分野での脱炭素化に向けた効果的な取組が求められている。

世界に目を向けると、2020年初頭から、新型コロナウイルス感染症が地球全体に広がり、国際的なサプライチェーンの分断や人々の行動様式の変容等、資源エネルギーに密接に関係する分野においても多大な影響が生じている。また、2022年2月には、ロシアがウクライナに侵略し、石油や天然ガスの価格の高騰やパラジウムの供給不安の高まり等、予断を許さない厳しい状況が続いている。

こうした厳しい情勢の中、改めて、日本における資源エネルギーの安定供給の重要性が焦点となっている。

本調査会においては、各般にわたる論点について活発に議論がなされ、個々の政策の在り方については様々な議論があるものの、その前提については認識を共有できる点も多い。そこで、特にその重要性に鑑み、「資源エネルギーの安定供給の確保とカーボンニュートラルの両立」について7本の柱から成る提言を取りまとめた。

政府及び関係者におかれては、その趣旨を十分に理解され、これらの実現に努められるよう要請するものである。

○資源エネルギーの安定供給の確保とカーボンニュートラルの両立

1. カーボンニュートラル実現に向けた資源エネルギーの在り方

日本の温室効果ガス総排出量約11.5億tのうち8割以上が燃料の燃焼等に伴い排出されたエネルギー起源のCO₂である。また、日本の一次エネルギー供給の8割以上が化石燃料となっている。そのため、2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、エネルギーの脱炭素化、そして省エネルギーを含むエネルギー効率の最適化を進めることが不可欠であり、2030年、2050年という時間軸を踏まえ、適時適切に対応していくべきである。

そこでまず、発電については、脱炭素に向けた石炭火力、石油火力からLNG火力への転換や高効率化等の技術開発を進め、さらに、再生可能エネルギーの出力安定に求められる蓄電池の開発促進、洋上風力発電、地熱発電そして国産材を活用した木質バイオマス発電の本格導入等を促進するべきである。

また、自動車や航空機、船舶の燃料といった発電以外の分野については、車両のEV化、水素の利活用、合成燃料やバイオ燃料の導入等を進めるべきである。

さらに、資源エネルギーの持続可能性の重要性を踏まえれば、まずは脱炭素の達成のための取組が不可欠だが、資源エネルギー全体としての環境負荷低減にも配慮していくべきである。

2. 立地に寄り添った施策を国民理解とともに進めることの重要性

昨今、発電立地をめぐる様々な問題が顕在化している。

再生可能エネルギーについてみると、太陽光発電をめぐる、土砂流出や濁水の発生、景観への影響、反射光による生活環境への影響等の問題、また、風力発電をめぐる、超低周波音等による騒音、バードストライク、海洋環境への影響への懸念等、様々な問題が起きているため、条例によってこうした施設の整備を制限する地方公共団体が出てきている。

また、実効性のある避難計画や原子力避難道は、電源立地の安全確保の大前提である。このことは、原子力発電への賛否以前の問題として、立地に寄り添った対応を迅速に講じるべきである。さらに、使用済燃料の最終処分地が未決定となっているが、処分地が決まらなければ立地における使用済燃料貯蔵、そして立地の負担は続いてしまう。

こうした深刻な問題は、国民が問題を自分事と捉えることができず、立地に寄り添う、自分事として考えるという重要なところが欠けているからではないか。そのため、個別の電源の良し悪しを論ずる以前に、まず立地に寄り添ったものでなければならないことは当然である。すなわち、国民が立地について自分事として考えるための取組が必要であり、そのためには、国民の不信や不安を払しょくするために必須となる客観的な情報を、適切な形で公開することや、国民が関心の度合いや背景知識の多寡によらず十分理解できるように丁寧かつ十分な説明をしていくべきである。

3. 化石燃料の安定供給の確保

化石燃料は自動車や航空機そして発電燃料等、様々な用途に用いられており、そのほぼ全量を輸入している。化石燃料の重要性は、今後、カーボンニュートラル実現への取組次第で変化していく可能性はあるものの、当面、日本にとって重要であることに変わりはない。また、現下のウクライナ情勢に鑑みて、エネルギーの脱ロシア化も重要である。そのため、化石燃料の安定供給の確保に向けて戦略的に取り組むべきである。

まず、石油は、中東情勢等の不安定要素を踏まえ、産油国との友好関係の維持・強化を図る一方で、中東依存からの脱却を目指し、中東以外の産油国との関係深化も追求すべきである。

また、天然ガスは、地球温暖化問題の解決に向けて世界各国が石炭からの転換を進めていることから需要が急増し価格も高騰しているため、将来にわたる確たる安定供給に向け、海外権益の獲得や供給源の更なる多角化を進めるべきである。

さらに、石炭は、地域偏在が比較的小さく、安定供給性や経済性に優れたエネルギー源として評価されていたが、脱石炭が世界的規模で広がっている。そのため、地球温暖化対策をめぐる動向を踏まえつつ、石炭の安定供給に取り組むべきである。

4. 鉱物資源の安定供給の確保

レアメタル等の鉱物資源を海外に依存する日本は、鉱山権益の確保による供給源の多角化や製錬工程を含むグローバルサプライチェーンの強靱化、国際ルールづくりへの積極的な関与といった資源外交の充実、さらに国家備蓄の充実等、上流から下流まで抜かりなく、その安定供給を図るべきである。

そこでまず、EVやAI・IoTといった様々な製品の高機能化等に必須のレアアースは生産国の偏在性が顕著であって、例えば排気ガス触媒等に用いられるパラジウムはロシアで、EVの永久磁石に用いられるネオジムやジスプロシウムは中国で生産されている。こうした地域偏在が著しい鉱物資源は、現下のウクライナ情勢にも鑑みて、鉱物資源の脱ロシア化の重要性に留意しつつ、代替供給源の確保に向けた取組の強化、さらに、代替物質の開発を早期に図るべきである。

また、鉱物資源リサイクルを早期に実用化する必要がある。鉱物資源リサイクルは、各製品それぞれの使用量はごく微量で、かつ携帯電話のように製品自体が小さいこと等から、これまで十分な経済性が見通せていない。そのため、技術革新の更なる追求、リサイクルしやすい製品の開発、トレーサビリティ手

法の確立を早急に図るべきである。

さらに、日本の領海及び排他的経済水域は世界第6位の広さであり、既に海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊及びレアアース泥について、日本の周辺海域で調査が行われている。今後、資源量の把握、生産技術の開発、経済性の確保そして環境影響の評価等について、一日も早い商業化の実現に向け、その迅速化を図るべきである。

5. イノベーションの実現

イノベーションの実現は、資源エネルギーの安定供給の確立とカーボンニュートラル実現の鍵であり、エネルギー基本計画にもあらゆる分野にわたり、その必要性が明記されている。ただ、イノベーションには不確実性があり、情勢も日々変化することから、その実現は容易でないことには留意する必要がある。

また、例えば、日本の太陽光パネルは、これまで世界シェア1位だったが、安価な中国製にとって代わられてしまった。そのため、日本の技術がその有する潜在力を最大限に発揮し世界をけん引していくには、イノベーション実現に向けた民間を始めとする多様な研究開発の創意工夫を、その先のビジネス展開まで見据え、戦略的に支援していくべきである。

さらに、ペロブスカイト型太陽電池のような世界に誇る技術で世界に打って出るために、イノベーション関連の国際ルール策定へ関与を強めるべきである。

6. 省エネルギーの一層の推進

省エネルギーは、1970年代のオイルショックを契機として、これまで取り組まれてきたが、一層これを積極的に進めなければならない。

そこで、国民一人一人の意識改革や消費削減の促進とともに、地域の国産材の活用を含むネット・ゼロ・エネルギー・ハウスの導入促進や輸送効率化等、各般にわたるエネルギー使用の合理化を図るべきである。

7. 人材育成の在り方

資源エネルギーに関する人材育成については、これまで日本で培われた発電技術を始めとする様々な技術成果を確実に継承していかなければならず、そのためにも、後継者育成への取組を確実に進めていく必要があり、その際には、人材育成と産業育成とを、共に進めていく重要性に留意すべきである。

また、人材育成に当たっては、大学や企業等の研究の場だけでなく、国際ルールの策定の場での日本に有利なルールの策定に取り組む交渉担当者等の重要性も踏まえ、戦略的に進めていくべきである。