

令和元年 5 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) 気候変動と資源エネルギー（平成31年 2 月13日）	
	意見の概要	
	公益財団法人地球環境産業技術研究機構システム研究グループ	
	グループリーダー・主席研究員 秋元 圭吾 参考人.....	3
	東京大学公共政策大学院教授 有馬 純 参考人.....	8
	特定非営利活動法人気候ネットワーク理事	
	平田 仁子 参考人.....	14
	主な議論	20
	(2) 資源エネルギーの安定供給（平成31年 2 月27日）	
	意見の概要	
	九州大学大学院工学研究院准教授 渡邊 裕章 参考人.....	37
	横浜国立大学大学院工学研究院教授 大山 力 参考人.....	41
	京都大学大学院経済学研究科特任教授 安田 陽 参考人.....	46
	主な議論	52
2	政府に対する質疑	65
3	委員間の意見交換	77
第 3	提言	86

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192回国会（臨時会）の平成28年9月26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、理事会等における協議を経て、「新たな時代に向けた我が国の資源エネルギー像」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「資源エネルギー情勢と我が国の対応」を調査項目として取り上げて調査を行い、平成29年5月31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「我が国の資源エネルギー戦略」を調査項目として取り上げて調査を行い、平成30年6月6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「我が国資源エネルギーの展望」を調査項目として取り上げて調査を行うこととした。

第198回国会（常会）においては、平成31年2月13日、気候変動と資源エネルギーについて、参考人公益財団法人地球環境産業技術研究機構システム研究グループグループリーダー・主席研究員秋元圭吾君、東京大学公共政策大学院教授有馬純君及び特定非営利活動法人気候ネットワーク理事平田仁子君から、2月27日、資源エネルギーの安定供給について、参考人九州大学大学院工学研究院准教授渡邊裕章君、横浜国立大学大学院工学研究院教授大山力君及び京都大学大学院経済学研究科特任教授安田陽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、資源エネルギーに関する実情調査のため、平成31年2月14日、茨城県において、国立研究開発法人産業技術総合研究所を訪問し、メタンハイドレートの調査研究等に関する視察を行った。

次いで平成31年4月24日、この3年間の調査を踏まえ、エネルギー基本計画・エネルギーミックス、再エネ、火力発電の現状、エネルギーをめぐる国際情勢と

我が国の安定確保策、地球温暖化関連政策の概要、温室効果ガス排出削減に関する各国の目標及び我が国の対外アプローチの在り方等について、磯崎経済産業副大臣及び城内環境副大臣から説明を、政府参考人から補足説明を聴いた後、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、平成31年4月24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、エネルギー選択に当たり複数のエネルギーを組み合わせることの重要性、地球温暖化対策の観点からは原発の可能性を残しておく必要性、パリ協定長期成長戦略案の不透明な作成経緯、ダムにおける水力発電の活用及び地域における再エネ導入促進の必要性、地球温暖化対策と経済成長の両立における技術革新の不可欠性、政府の原子力の発電コスト試算への疑義及び現実的なコストの再検証の必要性、再エネ普及や脱炭素化のための技術革新に国を挙げて取り組む必要性、エネルギー政策に対する国民の理解が深まるような発信の重要性、最重要課題としてエネルギー自給率の向上に取り組む必要性、再エネの主力電源化を図るべく課題克服のための官民一体となった取組の加速の要望、大規模集中電源である原発の安定供給の点における非優位性、石炭火力発電の抑止措置を講じる必要性、技術の進展によるエネルギー消費増加の側面への配慮、原発の是非等を議論するに当たりテロ対策の側面からも考える必要性等について意見が述べられた。

その結果、本調査会は、「技術革新の実現に向けて強化すべき研究開発」に関し提言を取りまとめた。

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) 気候変動と資源エネルギー（平成31年2月13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）

公益財団法人地球環境産業技術研究機構システム研究グループ

グループリーダー・主席研究員 秋元 圭吾 参考人

エネルギーと気候変動関連の状況分析と今後の対応の在り方について述べる。

世界の経済成長（GDP）とCO₂排出量には非常に強い相関関係が見られるが、2013年から2016年にかけては世界のCO₂排出量がほぼ横ばいとなっており、GDPとCO₂排出量のデカップリングが成功したのではないかとの意見もあった。しかし、私たち地球環境産業技術研究機構（RITE）の分析によると、世界のCO₂排出量がそれほど増えなかった要因は、一つには中国における大量に造り過ぎた鉄やセメントの生産調整があり、もう一つには米国におけるシェールガスの価格低下に伴う石炭から天然ガスへの経済自律的なシフトがある。ただ、この傾向が将来も続くと楽観的に見ているわけではなく、今後中国等が経済発展する中で、世界のCO₂排出量は潜在的に伸び続ける状況にあると見られる。さらに、直近の動きとして、2016年まで横ばいだったが、中国の生産調整が一段落したことで2017年、2018年と再び増加傾向にある。結局世界のCO₂排出量は止められていないということを理解しておく必要がある。

GDPと電力消費量の関係を見ると、GDPとCO₂排出量以上に、GDPと電力消費量は強い正の相関関係が見られる。言い換えると、GDPを伸ばすには何らかの形で電力消費を伸ばす必要がある、逆に言うと、電力消費が伸びることによってGDPが伸びる。これは、近代国家である以上、経済活動にはエネルギーが使われ、特に電力は非常に重要な財ということである。

GDPとCO₂排出量の関係を一人当たりで見ると、GDPは伸びるがCO₂排出量は減っていくのが望ましい姿である。このことを国別に見ると、日本は、横ばい傾向を続けながら、どちらかというともGDPが増えながらCO₂排出量も緩やかに増加している状況にある。スイス、スウェーデン、フランス等は、一人当たりのCO₂排出量が小さい割にGDPが高い。ただ、世界は非常に多様であり、米国はCO₂排出量もGDPも非常に大きく、中国は一人当たりではGDPもCO₂排出量もまだ小さいが、急激にCO₂排出量を伸ばしており、人口が多いため世界で最大のCO₂排出量となっている。日本の電源構成はバランスが取れていたが、東日本大震災以降は化石燃料に大きく依存せざるを得ない状況にある。今、炭素税等の導入によって脱炭素化の方に移行させようという動きがあるが、化石燃料にある程度依存せざるを得ない日本で、余り大きな炭素税等を導入することは経済に非常に大きなインパクトを与えることとなる。一人当たりのGDPが大きくCO₂排出量が小さいスイス、スウェーデン、フランス、ノルウェー等の電源構成を見ると、水力発電と原子力発電に非常に大きく依存して低炭素の社会をつくっているのであり、これらの国々は、元々低炭素な電源構成であるため炭素税等を導入しやすい構造にあったことを理解する必要がある。

CO₂排出量の推移を見ると、排出されるCO₂を生産国にカウントする「生産ベースCO₂」について、欧州では1995年から2011年にかけて8%減少していると推計される一方、輸入製品であっても最終的に消費国がCO₂を排出したものとみなす「消費ベースCO₂」では、1995年との比較において、2007年頃には11%も増えており2011年推計でも2%しか減っていない。つまり、エネルギー多消費の製造業を海外に押し出し、代わりにサービス産業等に転換することで見かけ上はCO₂排出量が減っているが、世界のCO₂排出量削減には全く貢献していないということである。一方、日本は、生産ベースCO₂も消費ベースCO₂もほぼ横ばいであり、生産ベースCO₂削減率は欧州に比べ見劣りするが、消費ベースCO₂はほぼ同じである。すなわち日本では、製造業を国内でそれなりに維持しながら労働者の雇用を維持する対策が講じられているが、他方、欧州では、製造業が潰れ雇用が失われ、代わりにサービス業で収益を上げている。

「GDP当たりのCO₂排出量（原単位）」について日本、米国、英国、スウェーデンを比較すると、生産ベースCO₂では日本は余り排出量が減っていないように見え、一方、スウェーデンは急速に改善してきているように見える。しかし消費ベースCO₂ではこれら4か国はほぼ同じ傾向にある。日本が2011年以降、原発停止により化石燃料で代替せざるを得なかったことでCO₂排出量が増えていることが異なるが、それ以外の部分ではほぼ同じペースで下がってきており、スウェーデンや英国等に見劣りするような動きは示していない。

次に、コストについて見ると、英国の産業部門別のエネルギーコスト負担率と成長率との関係については、エネルギーコストを負担していない産業部門は成長率が高い一方、素材産業等、エネルギー消費量が大きい産業は低成長になっている。金融、保険、人材派遣業等のエネルギー消費が少ない産業は成長率が比較的高い。英国は、欧州統合の中において、金融業や保険業が非常に成長するという形で経済成長しているが、代わりに製造業がエネルギーコスト負担によってかなり苦しんでおり、ドイツも同様である。

上記について全体的に解釈すると、英国は電力コストが非常に上昇してきているが、その負の経済影響を、金融や保険を含むサービス部門の競争力強化で補ってきたという背景がある。これは欧州統合により高度な人材が移民として流入し成長を押し上げてきたということである。一方で、製造業では雇用環境の悪化によって労働者の失業等が生じ、この不満が英国のEU離脱問題（ブレグジット）の一つの引き金となっている。一方、ドイツは、電力コストが大きく上昇してきたが、それを家庭部門に負わせている部分もある。しかし、そのこと以上に、欧州統合の枠組みの中においてイタリア、ギリシャ、スペイン等の南欧諸国の非常に低い成長率によりユーロが相対的に安くなっているため、ドイツは製造業の競争力を高め海外輸出ができるようになっている。ただ、これは日本には当てはまらないことを十分に理解する必要がある。イタリアは製造業の競争力が余りなくサービス産業も競争力が少ないため、非常に低成長で失業が多くなっている。フランスは燃料税増税を行おうとしたが、イエローベスト運動という抗議活動の高まりにより、一旦、事実上撤回している。サービス産業の大きいパリのような都

心部と、公共交通機関が整備されておらず車を使わざるを得ない地方とに大きな認識のギャップがある中でこういう問題が生じていることは、日本も、国全体でこういった状況にあるのかをよく理解した上で政策を打ち出す必要があるとのメッセージを発しているのものであると思う。米国は、シェールガスにより改善しつつある。日本は、こうした諸外国の状況を学びながら適切な政策を打ち出すことが重要であろう。

日本は、パリ協定の下で国別貢献（NDC）という2030年の温室効果ガス排出削減目標を提出している。日本は2013年度比26%減、米国は2005年比26～28%減、EUは1990年比40%減との数字を出しているが、2013年比でそろえると日本が最も厳しく意欲的な数字を国際的にコミットしている。中国が提出したNDCは、2030年の「GDP当たりのCO₂排出量（原単位）」を2005年比60～65%削減としており、数字だけを見ると日本よりも相当意欲的に見えるが、これはGDPが成長すれば自動的に改善するものであるため、RITeの推計ではCO₂排出量は2005年と比べて逆に約2～2.3倍に増えてしまうような目標でしかない。

次に、各国の排出削減目標をコストの面で評価する。コストは評価が非常に難しいものであるため不確実性はあるが、RITeのモデルを用い詳細に評価した。日本は、スイスに次いで2番目ぐらいに非常に厳しいコストの掛かる目標である一方、インド、ウクライナ、中国等は経済の成り行きに従っていれば達成可能な目標しか提出していない。このコスト差の意味するところは、その負担を背負う日本の製造業が国際競争力を損なう可能性があるということであり、このため、慎重に目標の議論を継続する必要があるとともに、中国等の低い目標の引上げを求めていくことが必要であろう。

長期的目標については、パリ協定で2℃目標等が定められ、非常に厳しい排出削減目標を約束していることになる。これは非常に大きな限界削減費用の生じる目標であり、容易に達成できるものではなく、イノベーションがなければ到底できないことを理解する必要がある。それゆえ、費用を掛けなくても経済自律的にCO₂を削減するようなイノベーションを生み出すことが何より重要であり、そうしなければ2℃目標という非常に厳しい国際的な目標の達成は不可能だろう。

2℃目標等の達成シナリオは、CO₂排出を放置するベースラインシナリオより厳しく削減していく必要があるため、両者の大きなギャップを炭素価格といった政策で埋めるべきとの議論がある。しかし、国際競争力への配慮が必要な中、各国のCO₂限界削減費用が大きく異なるため国際協調は現実には非常に厳しい。したがって、ベースラインシナリオでもCO₂排出量が減少するイノベーションの誘発が必要である。

現在、AIやIoT等に関するイノベーションが急速に進んでいる。これらは一見、地球温暖化対策やエネルギーに関する技術という印象は薄いですが、様々な形で製品化されること等により、エネルギー消費が下がる可能性を秘めている。例えば、家電製品は、使用時のエネルギー消費が相当大きく、製造時にもエネルギーを要するが、様々な機器の機能が小さな一つの機器に集約されるスマートフォンのような形になれば、製造時も含めてエネルギー消費は小さくて済む。さらに、AIやIoTによる、完全自動運転とライドシェアが実現する社会が到来すれば、自動車の稼働率が非常に高くなるため、その台数は少なくて済む。しかもライドシェアによりエネルギー消費量もCO₂排出量も減るため、それを誘発するAIやIoTといったイノベーションを制度的に支援するような政策が非常に重要となる。

これまで述べた意見を総括する。

気候変動は深刻な被害をもたらす可能性があり、そのリスクを認識して対応する必要があるが、地球温暖化による被害はそれ自体だけではなく、対応するためのコストもリスクである。そのため、余りに大きな経済負担が伴うと、日本の製造業の競争力が失われ、コストが上がり、これがまたリスクを生むことから、総合的なリスクマネジメントが重要である。いつかCO₂排出量を正味ゼロとする必要があるということであるが、それまでの間には不確実性があることを踏まえ適切に対応する必要がある。ただ、長期的には再エネ拡大、そして難しい問題を抱えているが、原子力も気候変動対策の面で非常に重要なオプションである。我々は、エネルギー消費が目的でなく、製品やサービスを受けた結果としてエネルギーを消費しているにすぎないため、より良い製品、サービスをつくっていくこ

とが大事である。エネルギーは経済の血液であり、健全なエネルギーが極めて重要であることから気候変動対策は重要であるが、S + 3 Eのバランスを保持したエネルギーを志向しながら、国際協調の中で低炭素化を図ることが重要である。加えて政府の提唱するSociety 5.0という概念は非常に重要であるため是非とも推進し、結果としてエネルギー消費量を減らしCO₂排出量を減らしていくことが大事である。

東京大学公共政策大学院教授 有馬 純 参考人

政府の一員として気候変動交渉に長く関与してきたこともあって、地球温暖化問題は非常に難しいものと実感している。理由の一つは、様々な不確実性があることである。温室効果ガスが地球温暖化をもたらしていることは科学的にほぼ確実であるとしても、その濃度が産業革命以降倍増したときの温度上昇の幅、それに伴う損害額や削減コストがどうなるかであり、それは当然、技術開発のスピードにも影響を受ける。また、将来の化石燃料の価格、さらには地政学や地経学といった様々な不確実性が、まずは挙げられる。

温室効果ガスは、ほぼ全ての経済活動に起因しており、当然、その削減あるいは抑制にはコストが掛かる。その削減が経済にプラスとなりウイン・ウインの解決策になるならば、地球温暖化交渉がこのように難航するはずがない。最も難しい問題は、温室効果ガス削減の便益がグローバルなものとなる一方で、そのためのコストは各国で生じることである。そうすると当然ながら「フリーライダー」が発生する。米国トランプ政権はその典型である。

地球温暖化問題は地球レベルでの外部不経済になるが、それを内部化するためのコストに関する分担の在り方を国家間で合意することが極めて難しいという性格を有する。また、地球温暖化問題は非常に長期の課題であり、それはすなわち、将来世代のために現世代がどれだけコストを負担するのかにつながってくる。他方、各国の政治サイクルが短いことも非常に難しい問題である。

さらに、地球温暖化を考えるに際しては、温室効果ガス削減という緩和と、これまでの温室効果ガス増加によって生じた地球温暖化への対応という適応と、そ

のバランスをどう取るのかという問題がある。また、例えば食料生産、貧困撲滅、保健、エネルギーアクセスといった地球規模の課題があり、我々が持つ資金や人材に限られる中で、優先順位をどう付けるかという問題になってくる。

パリ協定の枠組みは、大まかに言うと、産業革命以降の温度上昇を2℃未満等に抑えるという地球全体の目標である。他方、各国に求められる行動は、先進国、途上国ともに、国情に応じた温室効果ガス削減、抑制のための目標を設定し、取組の進捗状況を定期的に報告し、多国間レビューを受け、さらにこの目標を5年ごとに見直すというものである。この目標は2030年を念頭に置いているが、長期的な戦略も策定することになっており、現在日本は2050年の長期戦略策定の途上にある。したがって、一方に地球全体の温度目標があり、もう一方には各国の行動があるが、この両者が本当にマッチするののかとの疑問が当然に生じることから、「グローバル・ストックテイク」という枠組みがある。これは2023年から5年ごとに世界全体の目標に向けた進捗状況をチェックし、その結果を各国が5年ごとの目標見直しに反映させるものである。

しかしながら、各国が提出した目標は全く不十分である。各国の目標を総計すると、世界の気温上昇幅は、地球温暖化対策を講じない場合よりは小さくなるが、2℃目標達成に整合的なシナリオよりはかなり大きく、世界のCO₂排出量はむしろ現在より増え続けることになる。2℃目標達成に整合的なシナリオとの差は、2030年時点で約150億tとなっており、今の中国の全排出量の1.5倍に当たる。パリ協定では2℃目標以外にも1.5℃という更に野心的な目標も設定されており、2018年10月、このために気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が1.5℃特別報告書を採択した。それによると、1.5℃目標の達成には2050年時点で世界全体でネットゼロエミッションになっていなければならない。そのためには、2030年には現在と比べ世界全体で45%排出削減しなければならず、削減コストは2℃目標に比べ更に3～4倍に拡大することになる。

国際エネルギー機関（IEA）は、パリ協定の目標を入れ込んだ標準シナリオと、2℃目標等と整合的な持続可能シナリオとのギャップをどう埋めるかを分析し、このギャップを埋めるためには省エネ、再エネ、原子力、CO₂回収・貯留

(C C S) 等の全ての対策を総動員する必要があるとしている。また、2℃目標等達成のために必要となる世界の電源構成は、2017年で全体の約65%に当たる化石燃料のシェアを、2040年持続可能シナリオに寄せようとする、20%程度まで、つまり3分の1以下に下げる必要がある。他方、再エネや原子力のシェアを現在よりも拡大する必要があるとしている。特に注目を要するのは石炭のシェアで、CO₂排出量が最も多い化石燃料である石炭のシェアを僅か5%にまで下げる必要があることが示唆されている。ただ、これは容易なことではない。なぜならば、世界は、貧困撲滅、飢餓撲滅、保健、教育など17の持続可能な開発目標(S D G s)を掲げているが、そのうちの一つである気候変動は13番目であって、最優先目標とはなっていないことから、当然、他の目標との間でシナジーもあればトレードオフも存在することとなる。特に途上国にとっては国が豊かにならないとこの17の目標は達成できない。国が豊かになるためには、安価で信頼できるエネルギー供給に裏打ちされた確固たる経済成長が必要であり、この度合いは途上国であればあるほど高まる。

これまで途上国は徐々に電力アクセスを改善してきた。2000年から2015年までに約1億6,500万人が新たに電力アクセスを得たとされているが、その電源の約7割が石炭、天然ガス、石油といった化石燃料によるものであり、その中で圧倒的な多数を占めるのは石炭である。今後エネルギー需要あるいはCO₂排出量が大幅に増えるのはアジア地域であるが、この地域には膨大な石炭資源が存在する。A S E A Nやアジア地域のエネルギー政策担当者によると、域内に存在する石炭資源を使わないという選択肢はあり得ないとしている。したがって、石炭をそう簡単に捨て去るわけにはいかないのが実情である。

また、2℃目標等の達成には炭素価格の引上げが必要と言われている。2018年のI P C Cの1.5℃特別報告書によると、モデルによって数字は違うが、2030年時点で135～5,500ドル/t程度の炭素価格が世界レベルで必要とされている。

以上がC O PやI P C Cでの議論であるが、他方、足下では、2018年秋にフランスのマクロン政権が炭素税を約10ユーロ引き上げようとしたことに対し、イエローベストが国中で抗議行動を起こし、炭素税引上げを断念せざるを得なかった

という事態が生じている。トラック運転手にとっては燃料課税の形で価格が上がると月末の支払に影響する、地球温暖化問題はエリートのアジェンダだとの主張である。これがパリ協定発祥の地であるフランスで生じたのは皮肉なことである。先進国ですらこうした状態であるので、一人当たりGDPが低く、これから生活レベルを上げなければならない、しかもエネルギーアクセスがまだない国民が多数の途上国では、炭素価格の引上げに対する抵抗度は更に高いだろう。

以上を考えると、パリ協定によって世界が低炭素化、脱炭素化に向かうことは間違いないと思うが、パリ協定の想定する今世紀後半のネットゼロエミッションが実現し、2℃目標等が達成できるかは、現時点では大きな疑問がある。これはグローバルな目標であって、誰も責任を負わない目標とも言えてしまうのである。特に、途上国の事情を考えると、各国の直面する問題は地球温暖化だけではなく、多様な問題を抱えており、特にその度合いは途上国であればあるほど高い。そうした問題の解決に当たっては、潤沢で安価なエネルギー源が必要となる。2℃目標等達成の観点からだけで言えば、石炭は存在を許されないエネルギー源となるが、今後排出量が急増するアジア地域では、やはり安価で潤沢な石炭資源を使わない選択肢は考えられないだろう。炭素価格に対する抵抗値が強いというのも、COPと現実の世界の間に大きな乖離があるのではないかと考える。加えて、地球温暖化問題はある意味グローバルコモンズであるので、国際協調を何よりも必要とする。他方、現実には起きていることは、米国トランプ政権のパリ協定離脱や米中貿易戦争のような動きであり、このような一国主義が台頭すると、何よりも国際協調を必要とする地球温暖化防止のアジェンダにとってマイナスの影響が出ざるを得ない。

続いて日本の課題であるが、26%削減目標と整合的な2030年エネルギーミックスは、東電福島第一原発事故以降、大幅に低下したエネルギー自給率を震災前に戻す、あるいはそれを上回る水準にすること、上昇してしまった電力コストを引き下げること、欧米に遜色のない目標を掲げることの三つの要請を満たす形で作られた。その柱は、省エネにより電力需要を17%引き下げること、非化石電源のシェアを増やすこと、再エネを22~24%、原子力を20~22%にすることである。

このエネルギーミックスの割合はよく考えられたもので、震災以降、化石燃料の輸入額が非常に増加したが、原発再稼働、再エネ拡大、そして省エネによって燃料費を抑え、その分を再エネ拡大に必要となる固定価格買取制度（F I T）の費用に充てる、全体として電力コストを現在よりも下げるという設計である。ただ、26%削減目標と整合的な2030年エネルギーミックスには原発の再稼働も全て組み込まれている。したがって、原発の再稼働が予定どおり進まないにもかかわらず、26%削減目標を達成するために再エネを上乗せするとなると主要国で最も高い限界削減費用は更に大きく膨らむことになる。なぜコストに注視するかというと、日本の産業用電力料金が主要国で最も高いためである。特に日本と貿易競争関係の強い中国、韓国、米国等のアジア太平洋地域の国々の電力コストと比べると、日本は1.5～2倍程度であるため、これ以上の引上げは産業空洞化につながるおそれが高いと懸念する。

日本は長期の対策について地球温暖化対策計画で2050年までの80%削減目標を掲げているが、第5次エネルギー基本計画は80%削減目標に対応するエネルギーミックスを示さず、「多様性を加味したしなやかな複線シナリオ」で進めるとしている。確固たるエネルギーミックスに基づき2030年に向けて着実に進む一方、様々な技術の不確実性、さらには地政学、地経学上の不確実性をその都度チェックしながら、様々な可能性を末広がり形で考え進んでいくことが長期戦略の考え方である。仮に日本が長期的に脱炭素化、特に80%削減を目指す場合、I E Aの2040年持続可能シナリオでの主要国の電源構成見通しでは、再エネのシェアを2017年から2040年の間に大幅に拡大すると同時に、原子力も3%から30%へと大幅に拡大することが示されている。これは現在停止中の原発の再稼働にとどまらず、当然、新增設も考慮した数字と考える。

地球温暖化問題は、既存の技術で解決するには限界があり、特に、人々の利便性を損なわずに脱炭素化を行うには革新的な技術開発が必要となる。内閣府が2016年に公表した革新的な「エネルギー・環境イノベーション戦略」では、日本が強みを持ち、かつ実用化されれば世界全体の排出削減に大きく貢献すると思われる技術が記されている。日本はこのような技術開発の形で貢献していくことが

必要であって、そうすると既存の技術に補助金を投入する形がいいのか、将来の技術に対する研究開発予算という形がいいのか、予算の使途についても考える必要がある。それから、地球温暖化問題はグローバルな問題であって、日本の排出量は世界全体の約3%にすぎず、これから排出が増えるのは途上国である。したがって日本が考えるべきは、国内の排出削減はもちろんであるが、むしろ海外の排出削減をどう日本の技術で助けていくかである。そこでまずカーボンニュートラルについては、日本の優れた低炭素技術を途上国に移転することでベースラインよりも排出を削減していく。またグローバル・バリューチェーンについては、日本が率先して優れた中間財やサービスを開発しそこに投入することで世界全体の温室効果ガス削減に貢献していく。さらにイノベーションについては、商業ベースに乗っていないような技術を積極的に開発することで実用化を一刻も早く進めることにより、人々の利便性を損なわない形で世界全体の温室効果ガス削減につながるような技術での貢献をしていくということである。

以上を総括すると、地球温暖化が進行しているため対策が必要なことは確実であるが、その対策にはコストが掛かる。しかも各国の対応に応じコスト負担が異なることから、それが国際競争力の相対関係に影響を与えるという現実を直視する必要がある。また、日本のエネルギーコストが主要貿易相手国のアジア太平洋地域に比べ非常に高いことは事実であり、更なるコスト増を招く政策をとることは、日本の産業の国際競争力に悪影響が出ることになる。そのため、将来に向けて様々な不確実性がある中で、今取り組むべきことは、費用対効果の高いエネルギーミックスと地球温暖化対策を考えることである。その際、日本のように資源がなく他国とグリッドで結ばれていない国においては、原発と再エネとを二者択一、対立概念で捉えることは生産的でなく、日本にとって両方とも必要である。

また、再エネの主力電源化が第5次エネルギー基本計画において初めて打ち出されたが、これは、飽くまで補助金に頼らないという経済的に自立した非化石電源であるとともに、化石燃料のバックアップにも頼らず、蓄電池等を加えても従来型電源と十分競争できるようになることが主力電源化の条件であり、いずれそうなるだろうが、それまでの間のコストをどう抑えるかが大事である。

最後に、経済発展と地球温暖化防止の両立には技術による対応が不可欠である。野心的な削減目標の達成を可能にするのは低コスト、高パフォーマンスの技術であり、重要なことは、人為的な削減目標というよりも、むしろ技術のパフォーマンスをどう高めるか、コストをどう低減するかである。この点において、技術立国日本は大きな貢献ができると考える。

特定非営利活動法人気候ネットワーク理事 平田 仁子 参考人

気候変動問題について述べる。2017年に住む場所を奪われ移動を迫られた人は、アフリカや中東は紛争によるものが多いが、アジアやアメリカ大陸では、熱波やハリケーン、干ばつ、洪水等の気候災害に伴うものが増えており、更に世界情勢が不安定となる状況をもたらしている。気候変動問題とは、日本の安全保障や経済への広範な影響を考える必要がある問題である。2018年の西日本豪雨を始めとする様々な災害は、日本も気候災害に脆弱なことを示した。地震を含むこの年の自然災害の統計では、日本は死者、被災者数ともに上位にあり、災害に見舞われるリスクの高い国の一つとなっている。このまま気候変動が加速すると、2018年あるいはそれ以上の厳しい災害に見舞われる。

現在、地球の平均気温は、産業革命前の水準から既に1℃ほど上昇した。2015年に採択されたパリ協定は、この気温上昇を2℃よりも抑え1.5℃を目指す目標を掲げ、そのために今世紀の後半に世界の温室効果ガスの排出を実質ゼロにすることに合意したものであり、日本も締結している。1800年から現在まで、世界は温室効果ガスの排出を急速に増やしてきた。パリ協定の2℃目標達成には、これまでの排出増加における速度よりも速いぐらいの速度で実質ゼロに向かわせなければならない。しかし、世界の対策は全く不十分であり、このままではパリ協定の目標を大きく上回る3～4℃の上昇を招く。この目標達成には、社会・経済の大革命とも言える転換が必要であり、そのための行動をどう引き上げるかが命題となっている。2℃未満目標達成には、地中の化石燃料の7～8割は掘り起こさないでおく必要があると試算されているため、パリ協定の実施は脱化石燃料とほぼ同義と言ってよい。

特に問題となるのが、最大の排出源である発電部門のうち発電当たりのCO₂排出が最も多い石炭火力発電の在り方である。石炭火力発電所の新規計画はパリ協定と全く矛盾するものであって、さらに、既存施設の廃止も必要であることが導き出される。このため、石炭火力発電所の削減は、パリ協定の目標達成の上で最も重点を置くべき取組の一つであるとの共通認識が国際的に広がっている。

I P C Cの1.5℃特別報告書では、1.5℃と2℃の差による影響の相違は決して小さくなく、1.5℃に抑制すれば生態系や気候災害への影響はより小さいことが判明したが、早ければ2030年にも1.5℃のレベルに到達してしまうということであり、対策には時間がないことも明らかとなった。また1.5℃目標達成には2050年に温室効果ガス排出を実質ゼロとする必要があることも示された。こうしたことから、気候変動対策は、これ以上の先延ばしは許されず、直ちに大胆に行動する必要がある。現在の取組では全く不十分であることは気候変動枠組条約の交渉会議でも常に強調されており、各国には、自国の目標引上げと対策強化が要請されている。2018年末の民間調査によると、57%の国が何らかの形で目標や行動の引上げを検討していると回答しており、行動強化の機運が高まりつつある。原田環境大臣は、2018年のC O P 24で、I P C Cの1.5℃特別報告書を歓迎し、世界全体が排出削減の取組をより強固なものとする必要があると述べたが、国内では目標引上げの具体的な検討には着手していない状況で、政府の動きは不十分なままだが、非政府アクターは行動を加速させている。

まず、企業の対応が大きく変化し始め、パリ協定の目標に沿ってビジネスも変わるべきとの理解と決意の下、企業版2℃目標とも言われるサイエンス・ベースド・ターゲットのイニシアティブに世界の多数の企業が参加し始めている。このことは、脱炭素化時代に突入する中、国際競争力を確保しビジネスチャンスを最大限に活用しようという企業の生き残りを懸けた取組、うねりである。これまでに515社が参加し、そのうち日本企業は70社を占める。企業行動に強いシグナルを与えているのは、投資家の行動の変化である。機関投資家は、投資行動を通じて脱炭素化社会を牽引し始めている。「インベスター・アジェンダ」では、グローバルな機関投資家が気候変動に関する課題に取り組むための指針を提示して

おり、その共同声明では、運用資産総額3,200兆円に上る415の機関投資家がパリ協定の目標を支持し、低炭素への転換のための民間投資の加速化を要請しており、その中には、化石燃料補助金の撤廃や石炭火力発電の全廃も含まれる。また、化石燃料への投資からの撤退を意味するダイベストメントを宣言した金融機関、機関投資家は世界で1,000以上、運用資産総額は800兆円に上っており、化石燃料を扱う企業に資金が回らないようになってきている。ダイベストメントを発表した日本の機関投資家は現時点ではないが、欧米の投資家が化石燃料を扱う日本の電力会社や商社への融資を取りやめる事例も出てきており、転換が遅れる日本企業にも影響が出始めている。

さらに、世界の脱炭素化への移行において、より適切な資本配分による金融の安定化確保の必要性が認識されるようになってきている。金融安定理事会が設置した気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）は、投資家の理解を助けるため、企業に対し、気候変動に関するリスクと機会のキャッシュフローと資産及び負債への影響に係る情報開示の枠組みを提示している。これには既に日本の経済産業省、環境省及び金融庁も賛同しており、こうした情報開示は気候変動に関するリスクの高い企業に対する資金配分を変えることにつながっていく。

また、エネルギーの需要側が再エネ100%を目指すと言明し始めた。こうした目標は少し前までは夢物語であったが、パリ協定の脱炭素化は再エネ100%を目指すことでもあり、当然の流れと言える。大企業版のRE100（再エネ100%）では、グローバル企業162社が自らが使用する電気全部を再エネで賄うとの目標を宣言した。また、2015年には、700の自治体が再エネ100%を目指すと言明し、既に100以上が到達しつつある。日本国内の動きは世界と比べて大幅に遅れているが、今日までに14社がRE100に名を連ね、また、中小企業、大学、地方自治体の宣言も15団体になっている。化石燃料から再エネへの流れは、需要側の消費行動からも加速されている。

石炭をめぐる動きも加速している。英国・カナダ両政府の主導で「脱石炭国際連盟」が発足し、これまで30の政府、22の自治体が参加し、脱石炭火力発電の方針を宣言しており、幾つかの国では法制化等の制度化が進められている。また、

2019年1月には、石炭の豊富なドイツでも、2038年までに国内石炭火力発電を全廃する方針を政府の諮問委員会が勧告した。同国政府は、これに基づいて脱石炭火力発電に係る制度の策定段階に入っている。このように、石炭火力発電のフェーズアウト（段階的廃止）はパリ協定の下で加速することが大きな国際トレンドとなっている。

日本の温室効果ガスの排出トレンドを見ると、このままでは目標達成は困難で、削減を急速に進める必要があることは明らかである。2030年の26%削減目標を定めてはいるが、2050年の脱炭素化への明確な道筋とビジョンが描けていない。国際的には、日本の目標はパリ協定に照らしてかなり不十分なものと評価されており、全ての国が日本同様の行動水準にとどまれば、気温上昇は3～4℃になると指摘されている。また、海外のNGOは、日本の気候政策は60か国中49位、石炭火力発電に係る政策はG7で最下位という厳しい評価を下している。

日本の取組で国際的に最も問題視されていることは、今も続く石炭火力発電の推進である。東電福島第一原発事故後、政策転換もあって、規模にして2,300万kW、大型原発23基分に相当する50基の新規石炭火力発電施設が全国に計画され、このうち小規模石炭火力発電施設10基が既に運転を開始した。また、大規模石炭火力発電施設を含む17基が建設中で、さらに環境アセスメント中の案件もあるなど、日本は石炭火力発電施設の建設ラッシュを迎えている。この計画のうち11基は事業性が認められないとして建設中止になったが、なおも29基が新設されようとしている。石炭火力発電のフェーズアウトが国際トレンドとなる中、先進国で新設に突き進む国は日本だけになっている。この方針は海外支援においても同じであり、日中韓3か国は、東南アジア等では既に再エネの方が安価であるにもかかわらず、これらの国々への石炭火力発電技術の輸出に公的支援を継続している。これは、気候変動の観点から問題になる時代遅れの技術輸出であるという批判と疑念が日本に向けられる要因となっている。

原発の行方が不透明な中では、国内の石炭火力発電所新設は必要との意見もあるが、新設の設備容量は既存のものと比べても膨大である。また、高効率の天然

ガス火力発電所もかなり建設されてきているとともに、現在の電力供給力に問題がないこと、今後の人口減少による需要減、再エネの導入拡大を考えると、石炭火力発電の増強は過剰であり、気候変動の観点からは全く逆行する。現在の石炭火力発電は高効率なので良いとの指摘もあるが、高効率とはいえLNGコンバインドサイクルの2倍ものCO₂を排出する。福島県で現在建設中の最も高効率な石炭ガス化複合発電（IGCC）の火力発電所は、CO₂を年間524万t排出すると推計されるが、これは100万世帯分の年間CO₂排出量に匹敵し、一度建設されると、何十年もの間CO₂を排出し続ける。

パリ協定との整合性を図るには、日本も2030年までに石炭火力発電をフェーズアウトする必要がある。すなわち、リプレースではなく全廃が必要である。しかし、石炭火力発電所の運転期間を40年と仮定すると、現在100基以上ある既存の石炭火力発電所が2030年でも多数運転しているとともに、新設された石炭火力発電所が2050年を超えて運転し続ける可能性がある。政府は、CO₂を回収して地中に貯留するCCSや再利用するCCUという技術開発を進めているが間に合っていないため、新規発電所にこの技術は準備されていない。このまま建設を容認し順次廃止するとの対策を取るだけでは、パリ協定とは矛盾したままとなる。

そこで、私たち気候ネットワークでは、石炭火力発電所は新設すべきではないとの考えに基づき、「石炭火力2030フェーズアウトの道筋」で、2019年より毎年、非効率な古い発電所から順次廃止していく必要性を提示している。現在、4,000万kWを超える設備容量があり、政府が重要なベースロード電源と位置付ける石炭火力発電を今後10年余でゼロにすることには、電力の安定供給に係る懸念もあるが、気候ネットワークの分析では、火力発電には余裕があり、加えて今後の電力需要の伸びはないことを踏まえれば、原発再稼働はしなくても電力の供給力は足り、この計画は十分実現可能である。こうしたことから、新たな石炭火力発電所建設によって数十年間もCO₂を排出し続ける設備を抱え、その削減に多額のコストを掛けるのではなく、既存の設備を利用しつつ省エネの取組を加速させ、再エネへと転換していく道筋こそが取るべき方針である。

その道筋に妥当性があるとするもう一つの理由は、再エネコストの急速な低下

である。特に、太陽光と風力の発電コスト低下は目覚ましく、既に世界で最も安い発電方式となっている。日本では、コスト面で、いまだ再エネよりも石炭火力発電が優位にあるが、2025年には逆転するとの分析があり、2030年には全ての石炭火力発電所が採算割れし、経済合理性を喪失すると指摘されている。現在、日本では化石燃料の輸入のため、国外に20兆円もの支出をしており、石炭を使用し続ける限り燃料費は掛かり続ける。近い将来、石炭火力発電所は、採算性が危ぶまれ座礁資産になると見込まれることも視野に入れなければならない、それを回避するエネルギー選択について考える必要がある。

以上のとおり、気候変動、経済合理性の観点から、今、石炭火力発電のフェーズアウトに舵を切ることが必要であると強調したい。現在、政府で検討中の低炭素社会の発展に係る長期戦略にもこれを盛り込むとともに、日本の2030年の温室効果ガス排出削減目標も、パリ協定の目標に沿うよう引き上げるための検討を早々に始める必要がある。

なお、石炭火力発電以外にも、熱利用や運輸部門における化石燃料からの脱却も併せて考える必要があり、その対策の強化も必要であることを付け加える。

気候変動がもたらす甚大な被害を回避するためのパリ協定の2℃目標等は、世界共通のものであり、温室効果ガス実質排出ゼロへの脱炭素化は、もはや逆行することのない流れである。それを受け、非政府アクターに大きな脱炭素化の潮流が生まれ、資金の流れや経済の質が転換しつつあるが、日本の投資家、企業は出遅れている。その要因は、政治や政策が脱炭素化へ向かうべきとの明確なシグナルを発信していないことにある。そこで、経済戦略としても、石炭火力発電からの脱却を急ぎ、脱炭素化の道筋を長期戦略において明確に位置付ける必要がある。もちろん、そのためには産業構造の転換が必須となり、労働や雇用の移転、再エネや省エネのビジネスを日本の国際競争力を高めるために育成するとの観点での備えと対応が必要である。この問題は、もはや経済戦略と統合しながらどう実現するかという課題であり、そのための日本の行動が求められている。

(主な議論)

【我が国のエネルギー政策】

問 再エネ及び原子力発電が重要とのことだが、第5次エネルギー基本計画を評価しているとの理解でよいのか伺う。

答 第5次エネルギー基本計画案を取りまとめる総合資源エネルギー調査会基本政策分科会の委員を務めたが、妥当なものと評価している。

問 政府が示している原子力発電20～22%という目標を維持すべきとの議論と、それを変えるべきとの国民世論もある。こうした意見が対立する中、ベストミックスを考える上での数値目標の在り方について伺う。

答 原子力発電20～22%の根拠として、概ね30基の原発稼働が必要との試算がある。現在、原発再稼働は9基、原子炉設置変更許可済みは6基、さらに新規制基準への適合性審査中が12基ある。これらの数字を合わせると27基となる。エネルギーミックス目標年限の2030年には時間もあり、引き続き原発の再稼働に向けた努力を継続すべきである。電力消費が予想ほど伸びない等、様々な不確定要素があるので、その都度立ち止まりながら考えるということではあるが、現時点で原子力発電比率の目標を取り下げる状況にはない。

問 第5次エネルギー基本計画は第4次エネルギー基本計画を踏襲しており、原子力発電、石炭火力発電についても何ら変更がなく固定的であるが、他方、技術革新を含めコストダウンはかなり変化している。そういう中で、石炭火力発電もベースロード電源としてるが、一方で、環境省は石炭火力発電所の新設、更新への反対を明言している。こうした政府内の足並みの乱れについて所見を伺う。

答 石炭火力発電と原子力発電は似た特性を示している。具体的には燃料費が非常に安価な一方で設備費が高いという仕組みである。そのため、両方ともベースロード電源として動かすことが経済合理的であって、結果として両方ともベースロード電源となっているもので、あらかじめそう決めているわけではない。したがって、原発が再稼働しなければ石炭火力発電所を建設することが経済合理的となるため、各事業者はこれを建設しようとしている。そして、原発

の再稼働が進むと、石炭火力発電は自動的に経済合理性を失って退出する形になってくる。したがって、どう行動すれば経済合理的なものとなるかをよく理解した上で考える必要がある。その意味において、原子力発電の比率は、現状では大幅な再稼働ができないため20%程度がせいぜいとも思われ、石炭火力発電の比率は、これとの見合いで自動的に決まってくる。そして、再エネのコストは、大幅に低減してきてはいるが、負荷変動が非常に多いことや、また夜間の運転ができないものがあるため、ベースロード電源として置き換わる能力はないので、そういう面でベストミックスが必要である。第5次エネルギー基本計画は、そのようなエネルギーのコンセプトをよく理解した中で決定されたものであって、現状においては原子力発電比率20%目標はまだ実現可能性があるので、そこに向かって頑張っていこうという計画になっているのであり、このため支持している。

問 原発を再稼働しなくても石炭火力発電からの脱却は可能であるとのことだが、原発再稼働を排除しなければならないとする理由、原発や石炭火力発電所を廃止しても現在の経済成長や脱炭素化が可能とする根拠を伺う。

答 既存の火力発電所等が十分あり、これまで原発が再稼働しなくても電力供給ができていた。そのため原発の再稼働に戻ることなく脱石炭と脱原発の両方の実現が可能と考える。また、今後は電力需要が減少していく。これから進むべき道は、原発の再稼働に戻るのではなく、再エネにシフトしていくことが最も脱炭素化に近づく道である。既存の原発を再稼働しても気候変動対策への寄与度は限られ、脱炭素化を目指すためには原発の再稼働だけでは全く足りない。大幅なCO₂削減を進めるためには、原子力、石炭というベースロード電源から柔軟な再エネへのエネルギーシステム転換が必要であり、両方を維持することはその転換を遅らせることになる。なお、原発の廃炉は福島の実状を見ても大変難しい問題であるが、廃炉が可能か否かといった技術的問題は全国民が考えるべき問題で、原発を運転し続けるのか、エネルギーシステム転換へ早期にシフトしていくのかという選択肢の問題である。

問 第5次エネルギー基本計画において重要なことは原発再稼働の問題と考える

がその意義について伺う。

答 地球温暖化問題への対応、エネルギーコストの削減、そしてエネルギー安全保障の拡大という課題があり、これら3Eのバランスをどう図るかが重要な鍵になっている。原発の再稼働は、この三つ全部に有効という意味で、非常に重要な選択肢であり、安全をしっかりと確認しながら再稼働を進めることは極めて重要なことと考える。

問 原発再稼働を含む日本のエネルギー政策は長期的な問題であるため、世論に右顧左眄することなく、きちんと考えるべきであるとのことだが、その視点から第5次エネルギー基本計画や原発再稼働に関して所見を伺う。

答 安全性が確認された原発を再稼働するとの政府の方針はそのまま進めるべきである。中長期的に脱炭素化を目指すのであれば、非化石電源である原子力発電は選択肢から排除することはできない。第5次エネルギー基本計画には、原子力人材や産業の維持は記されているものの、原発の新設やリブレースは一切記されていない。これは原発に係る様々な世論に配慮した結果だとは思いますが、脱炭素化を真面目に目指すのであれば、これらの排除は考えられない。

問 日本のエネルギーミックスをどうすれば地球温暖化対策に関する課題の解決に近づくのかが問題である。化石燃料ではCO₂が多く排出され、原発では使用済燃料や放射性廃棄物の最終処分の問題が生じるためゼロエミッション型には反しており、そして、再エネにはいろいろな種類があり、CO₂を全く排出しないものもあるなど三者三様の特性があり、こういった構成にすれば最も早く目標を達成できるのか伺う。

答 日本は資源のない国であり、化石燃料もウランも有限であり、2050年には再エネ100%を目指すという大きな方向性を示す必要がある。その過渡的な道筋として2030年エネルギーミックスにおける再エネ比率を40%以上へと大きく引き上げる必要があるが、現在計画中のものも含めれば十分可能である。その分、原発はゼロにし、残りを石炭ではなく天然ガスを過渡的に利用して再エネ100%を目指すという方向を取るべきである。そうした方向性が示されることにより、コスト削減の努力、技術開発の方向性が明確に見えてくる。現在のま

までは、むしろ方向性を見失わせているため、これを明確に示すことにより企業に迷いがなくなり、気候変動にも資する脱炭素化に向けたコスト削減と技術開発が生まれるものとする。

答 政府の2030年エネルギーミックスはある意味で最適解である。そして、2050年となると非常に不確実性が高い。脱炭素化を目指すという方向性は分かっているが、その実現が、例えば次世代の原子力技術によるのか、CCSやCCUSによるのか、水素によるのか、あるいは再エネによるのか、再エネのコストは間違いなく低下するが蓄電池のコストは本当に低下するのか等、様々な不確実性がある。そのため、第5次エネルギー基本計画で2050年のエネルギーミックスを示していない理由は、様々な技術の可能性を引き続き探るということにあると考えており、今後、その都度立ち止まりながら考えることが、日本の置かれた状況そしてコスト上昇を最小化しながら取り組む上で極めて現実的な手法と考える。

答 どのような電源にも長短があるために、エネルギーミックスが必要となる。第5次エネルギー基本計画の3E+Sとは、まさにそういう状況を表しているが、その中のバランスは、人によって考え方が異なる。すなわち、3E+Sが大前提だが、原子力発電の危険性、経済的なインパクト、気候変動問題と、各人でそれぞれ強く認識する対象が異なっており、このこと自体は正しい。それゆえ自分の見解が絶対的な正しい解とは思わないが、2030年エネルギーミックスの数字は概ね妥当であるとの感覚を持っている。ただし、2100年等を想定した超長期においては脱炭素化が必要であり、技術の動向、国際情勢を踏まえながら、その方向に向かうことが必須と考える。さらに、2050年という断面で見ても同様に、国際情勢において皆が協力できる形になっているのか、技術の動向がどうなのかを見極めながら決めていく必要があり、だからこそ第5次エネルギー基本計画も複線シナリオとしているのであって、これも正しい方向であるとする。

問 相当前から、ゼロエミッション社会の構築に取り組んでいるが、原発の廃棄物も全然最終処分ができていない。原発の廃棄物はゼロエミッション問題とし

ては扱われていないが、どの地域、どの地位に分類されているのか伺う。

答 最終処分は、経済産業省が、全国で地質学的に可能性があるところを示した科学的特性マップを策定し、47都道府県において説明を行い、関心を有する地域に対して2巡目の説明をしている。最終処分地の選定は時間の掛かるプロセスであって、スウェーデンやフィンランドでも30年以上掛けて行っている。すぐに結論が出る話ではないが、地元との根気強い対話が必要である。

問 原発は新規制基準の適用により様々なコストが掛かるようになった。排出量削減にはコストが掛かるということだが、あらゆるコストの中で原発の再稼働に掛かるコストは見合うものか否か見解を伺う。

答 原発の再稼働に伴う安全対策コストを追加しても、原発の膨大な発電量に割り戻すと、再エネへの新規投資やFITのコストに比べ、疑いなく原発再稼働の方が費用対効果は高い。

答 電力会社は経済合理的な観点から再稼働か廃炉かを判断している。すなわち残りの稼働期間が短ければ高いコストを掛けて追加安全対策を行っても採算が取れないため廃炉を選択する。しかしながら全体として見ると、追加安全対策を講じても経済的に見合う、特に再稼働は安価にできるため、経済合理的な行動の結果として、政府は再稼働をできるだけ進めるとの方針になっており、民間企業もそうした動きとなっている。

問 日本のようなエネルギー自給率が極端に低い国では、各エネルギーの長短を考えながら、長期的に安定した電力供給を冷静な観点でしっかりつくるという姿勢が大事である。2030年エネルギーミックスでも、原発の再稼働が政治的に様々な意味で困難な状況の中、再エネに期待し過ぎてはならないと思うが、伸びしろのあるところは伸ばしていくことは大事である。他方、地球温暖化対策は重要だがコストが非常に掛かる。電力でいえば、電気料金の値上げを低所得者層は敏感に感じ取り、あるいは大量の電力を使う中小企業は一般家庭よりも大きな打撃を受ける。したがって、生活や社会に大きなインパクトがあるため、コストというものを考える必要があり、これは国際競争力にもつながっていく。そこで、再エネ比率を、2030年エネルギーミックスにおける構成比より

も伸ばすのであれば、再生可能エネルギー発電促進賦課金（賦課金）のような直接的コストと送電ネットワークのような間接的コストの両面でコストが掛かるが、この点について国民に理解を得る必要がある。再エネ導入にはコストが掛かるが必要な面もあるというバランスが重要と考えるが見解を伺う。

答 再エネ導入に係るコストと必要性のバランスについては、ベストミックスを考えること、それから、再エネはコストが更に下がること、系統接続コスト、さらにその時点での化石燃料コストも考え、全体として電力価格が上がらないような形で26%削減目標に近づけることを常に考える必要がある。

問 集中型の大型電源から地域再生、分散型エネルギーに変えていくべきであり、今国会に分散型エネルギー社会推進4法案を提出する予定だが、こうした考えについて所見を伺う。

答 再エネ増大のために分散型電源の役割を増やしていくという方向性に賛成であり、そのためのタイムフレームをどう考えるのかということである。エネルギーインフラの置き換えには膨大なコストが掛かり、そのコストは電気料金という形で最終消費者が負担しなければならない。日本のエネルギーコストが非常に高いという現状がある中で、どの程度であれば電力コストの上昇を甘受できるのか、あるいはどの程度以上ならコスト上昇を抑えなければならないのか等を考えながら進める必要がある。

問 FITは、太陽光パネルや風力発電が技術革新でコストが低下しているにもかかわらず硬直的という問題はある。また、例えば北海道では様々な再エネ発電施設を設置する希望が多いが、送電線の空き容量がないことがネックとなっている。したがって再エネ普及の余地は十分あり、コストも5円、4円/kWh程度へ下げられると考えるが見解を伺う。

答 送電線の空き容量問題は、経済産業省がコネクト&マネージという形で、送電線の空き容量をできるだけつくり、空き容量を活用させる方針を作っていると承知している。また、再エネのコスト低下は事実だが、再エネ導入に当たって系統安定コストは無視できない。特に、再エネのシェアが総発電量の中で相当程度増えると、系統安定コストが膨大になる可能性があるため、発電コスト

だけを見るのではなく、再エネ導入のための送電線のコスト、バッテリーのコスト、バックアップ電源のコスト等を全体として評価しながら再エネ導入を考える必要がある。

問 英国、トルコが日本の原発を受け入れない理由や原発から撤退した日本企業がある理由、これらから考えると、安全対策や様々な後処理を含めると、やはり原発は大幅なコスト増となる。中国やロシアでは国策としてやっており、全くの民間ベースでこのコストを考えると、日本が原発を安定的に輸出するという形にはならないと考える。さらに、2018年の北海道胆振東部地震を想起すると、災害の多い日本においては、原子力発電の在り方は政治の段階で考えなければならないと思うが、こうした点を伺う。

答 日本の海外原発プロジェクトはうまく行っていないところがあるが、ロシア、中国、韓国は海外で支持を得ている等、世界の国が原発から撤退しているわけではないとの事実がある。そのほか、原発直下での地震発生への懸念もあって、原発の安全基準も格段に強化され多重の防護システムができていると理解している。

問 原発を必要とする主張の主な論拠はコストとされるが、果たして原発は低コストなのか。政府を挙げて推進してきた原発の海外輸出が相次ぎ破綻している。安全対策費の増大による建設費高騰が背景にあるとされ、英国原発建設プロジェクトについて経済合理性の観点から凍結が決定された。東電福島第一原発事故以後、新設原発はメーカーの想定をはるかに上回るコストが掛かるため、民間事業として成立しないことが海外事例からも明らかとなった。事故対応費やバックエンドコストも未知数で、コスト面でも原発の優位性は乏しくなっており、補助金に依存する状況である。そのため、地球温暖化、気候変動への対応は、コストの著しく低下している再エネを政策の柱にすることが世界的な趨勢であり、日本もその方向に思い切って転換すべきと考えるが、原発の海外輸出の破綻を踏まえた意見を伺う。

答 日本の原発輸出プロジェクトが次々と頓挫していることは非常に残念である。日本が営々と築いてきた原子力技術の維持は大事であり、当面国内での新

増設が困難な中、原発輸出プロジェクトは一つの方法としてあり得ると考えていた。英国などでうまく行っていない理由としては、特に同国の場合は、過去30年にわたり全く原発を新設してこなかったため、計画や工程管理のノウハウがほとんど消滅していたことで、非常に時間を要したことも大きな要因と承知している。また、日本の事例ではないが、例えば欧州加圧水型原子炉（EPR）等の新炉型は、運転実績がないことからコストオーバーラン、長期に掛かってしまうということがあるのではないか。確かに原子力発電は安全対策コストが上乗せされたが、発電量の膨大さを考えると、追加的なコストがkWh当たりのコスト上昇分となると小さくなる。再エネの発電コストの低下は事実だが、系統安定費用を併せて考える必要がある。

答 原発新設は極めて高コストであるため、気候変動問題において原発が重要な選択肢になるのではないかという議論は、もはや全く相手にされない。また、原発の再稼働は、現時点では石炭火力発電と同様に、コスト面で再エネよりも優位にある。しかし、太陽光発電や風力発電は2050年までに5～7割コストが下がりkWh当たり5円をはるかに下回る規模での発電が可能となれば、原発コストが安いと言っても打ち勝てない。加えて、バックエンド対策等、様々なコストが十分に検討されておらず、コストがかさむ可能性がある原子力発電と比べると、今、再エネに転換することが最善のオプションであって、原発の再稼働という回り道は日本の脱炭素化の実現を遅らせる。

問 原発輸出や、これまでアベノミクスの成長戦略の柱の一つとして掲げられてきた途上国における大規模火力発電所建設等は、現在、トルコ、英国の原発の挫折、東南アジアの石炭火力発電プラント輸出に対する住民の反対運動の高まり等があり、状況が大きく変わりつつある。こうした状況の下、日本が海外の発電事業の開発に貢献し得る有効な分野について伺う。

答 原発輸出は相手のある話であり、事業環境の問題もあり、大規模プロジェクトであるがゆえに難しいところもある。やはり、海外の発電プロジェクトは、今後増加する石炭火力発電所をどれだけきれいなものとして使ってもらおうかということがあり得、また、CCSやCCUSを用いた技術で海外の石炭火力発電

電所からのCO₂排出量の大幅削減に貢献していくことが考えられる。したがって中期と長期との両にらみの対策が必要である。

【地球温暖化対策】

問 COP24のタラノア対話で、各国が削減目標の上乗せに言及する中、日本は何ら発言しなかったが日本は26%削減目標から上乗せすることは可能なのか。特に、2030年には人口減少や経済成長停滞といった要素があるが、こうしたことは26%削減目標に十分には考慮されていない点を含め伺う。

答 R I T Eでは人口減少等も踏まえて分析している。ただ、長期エネルギー需給見通し策定時の経済成長率1.6%見込みより低成長になれば、限界削減費用がもう少し小さくなる可能性はある。しかし概ね1%以上の成長があれば、少なくとも欧州レベルの限界削減費用にとどまると見ている。ただ、これ以上の深掘りはそれほど容易ではない。原発再稼働が進まない中で原子力発電比率20%を前提としている点に困難があり、それを再エネで補うならば、更にコストが上がるため、日本が26%削減目標から上乗せすることは非常に難しいと考える。

答 26%削減目標達成に向けた最大限の努力が先決である。原発再稼働が順調とは言いがたい状況において、それ以上の上乗せは、再エネの上乗せとなり、間違いなくコスト増につながる。26%削減目標の達成見込みが確実になったところで更に上乗せできるかを検討すべきである。

答 26%削減目標の根拠になっている高い経済成長や素材生産量の見通しが崩れると、この目標の前提は崩れるものと考ええる。しかしながら、石炭火力発電所の新設が政府目標を上回るスピードで進んでいることが排出増加の要因になり得ることを懸念しており、今が分かれ道だと考える。今、石炭火力発電所の新設見直しへと転換が図られるならば、再エネは供給側にも需要側にもニーズがあるので、それを引き出せるように目標を引き上げて、それを達成することは可能と考える。

問 2030年エネルギーミックスとの連続性を保ったまま2050年に80%削減するこ

とは可能なのか伺う。

答 地球温暖化対策計画の80%削減目標には様々な条件が付いており、日本国内単独で80%削減するとは書かれていない。すなわち海外への貢献等も含むものとする。技術開発等によって80%削減が国内で可能ならばすればよいし、そうでなければ、日本の優れた技術で海外のCO₂を削減した分も日本の貢献として、80%削減目標の内数として考えることもできるフレームとなっている。このため、余り厳格に国内のみで2050年という期限を設けて80%削減目標を考えることは、コストが非常に大きな負担になるため、全体としての80%削減を目指すという姿が必要である。

答 目標である80%という数字の性格は、元々、世界全体での温室効果ガス半減を目指す中で、先進国としてのリーダーシップを発揮して80%としようということが根拠であるが、世界全体でCO₂を半減するという国際的な合意はまだできていない。そうした中、日本が80%削減にどれだけ取り組むかは、それを可能にする技術が手元にあるかが決定的に重要である。80%という数字よりも、CO₂の大幅削減を可能にするような技術を手にすることを目標とすべきであり、そのための技術のコストをどれだけ下げられるのかや技術のパフォーマンスをどのようにして上げられるかということこそを目標として設定し、行動していくべきである。

問 世界全体のCO₂排出量の動向を見ると、米国、中国、ロシアそして今後インドが相当な比重を占めると思う。途上国であれば、困難はあろうが、日本の様々な技術的支援やアプローチがある程度可能と思う。しかしながら大国である米国、中国、ロシアそして今後のインドに対してこういったアプローチが有効か伺う。

答 中国、インドが自ら再エネ導入に注力していることは好材料であるものの、そもそも石炭火力発電のシェアが非常に大きく、最近の増加分の一部が再エネで賄われている事実はあるが、それで全体を判断することは誤りである。化石燃料を多く使用するCO₂大排出国の排出量を大幅に減らすためには、CCSや分離・貯留したCO₂を利用するCCUSといったものを実用化する必要がある。

ある。化石燃料が使われることをベースとして考えるならば、排出されるCO₂の有効活用によって削減していくための技術開発に日本が貢献していく。また必要があれば、G20議長国の立場を活用して、国際共同研究や実証プログラム等でリーダーシップを取っていくことが考えられる。

問 企業にとって電気料金が上がれば当然に事業に大きく影響し、産業衰退といった事態が起きているのではないか。そのほかにも、CO₂排出量削減のためには、膨大な費用が発生するという現実があり、これをどのような形で負担していくのかについての議論が政治の場で行われておらず、国民レベルでもそういう認識が薄い。そこで、どういった対策、戦略が必要となるか伺う。

答 再エネの賦課金が相当大きな形で家計の負担になっていることは余り知られていない。標準家庭では1年間で再エネ負担が1万円程度と思うが、それを知らない方が多い。そのため、知らない間に家計を圧迫し消費に向かわなくなっている。もしこれがなければもっと他の消費に向かい経済が良かったはずだが、実際には経済は下がっている。本来、この再エネの賦課金等がなければ、今の1.3倍ぐらいは経済が良かったとの試算もある。そうした状況を解消しなければならず、そのためにはイノベーションを推進しながら、バランス良い対策を取って脱炭素化の道を探っていくことが重要である。

問 カーボンプライシングを導入してもデカップリングは可能とすることが世界のトレンドと考えるが、その導入のための努力を更に行わなければ2050年の80%削減目標は絶対に無理だと考えるが見解を伺う。

答 CO₂削減に向けた努力には賛成であり、デカップリングの方向性を見いだす努力は非常に重要である。しかし、現状では、一部の国は見かけ上はデカップリングしているように見えても、産業の移転により他国に付け替えているにすぎず、世界全体では全くデカップリングできていない。そのため、そこを変えるのがイノベーションである。

答 エネルギーインフラの置き換えには時間が掛かることもあり、どの時点での経済合理性を見るのかが非常に重要である。再エネの普及スピードやコスト低下は、あらゆる研究機関の予測を上回る速度で進んでおり、日本が再エネ導入

の転換点を迎える2025年に、経済合理性について現時点と同じ基準で判断できるのかということである。世界は既に大変なスピードで変革を遂げていることを見据えた選択が必要である。

問 CO₂の大幅削減には、イノベーションが必要ということは概ね意見が一致するが、それに向けた方策は意見が分かれていると認識している。炭素税や排出量取引が後押ししてイノベーションに結び付くとの意見がある一方で阻害要因になるとの意見もある。環境省は前向きで、経済界、産業界は否定的という構図であると思うが、カーボンプライシングに係る参考人の所見及び賛否の理由を伺う。

答 論理的には、外部不経済である地球温暖化対策に対して炭素に価格を付けることは、経済学的に合理的な手段である。問題は、世界全体での統一的なカーボンプライスが導入されていないことにより、各国の競争力に与える影響がそれぞれ異なっていることである。加えて、日本の場合には、エネルギーコストがそもそも各国と比べ非常に高いという問題がある。したがって、日本がカーボンプライシングを導入する場合、それが国際競争力に悪影響を与えない形となるよう十分な配慮が必要であって、まずはそのための議論が必要と考える。

答 カーボンプライスには、炭素税や排出量取引という明示的なものがあるが、それ以外にも規制や自主行動計画といった暗示的なものもある。つまり、ベースラインという成り行きに任せておくとCO₂が増加するので、2℃目標、排出抑制という意味ではカーボンプライスは必要であり賛成している。ただ、これには国際協調が何より重要であり、炭素税や排出量取引によりカーボンプライスを明示的に引き上げようとする場合、日本は製造業が強いが、そのエネルギーコストを上げることになるため競争力に影響が出てくる。結局、日本が削減できたとしても、その場合は海外でCO₂を排出することになり、世界全体ではCO₂は全く減らない、あるいは、日本のエネルギー効率が高いため、世界全体ではむしろ排出が増えてしまうという事態になりかねない。このため、カーボンプライスに関する国際協調があれば賛成だが、現在の状況を考えるとかなり困難であり、その前提では反対である。

答 カーボンプライシングは、CO₂を排出する行為や排出する製品にコストを掛ける仕組みであり、CO₂排出削減を経済の仕組みから牽引していく非常に重要なツールである。また、これを導入するとコストが膨大になるが、実際には、追加的なカーボンコストが掛けられると、事業者は、単純にその負担を選択するのではなく、むしろそれを回避するために、より大きな投資を行ったり、技術開発だけでなく様々なソフト面での取組で削減を進めようと試みたり、あるいは費用対効果が高い対策を新たに掘り起こすといった様々な知のイノベーションも生み出す。そうした意味で、日本は、限界削減費用は総じて高いかもしれないが、カーボンプライシングが導入されていないがため、費用対効果が高く掘り起こしの容易な対策さえ見いだせてない。したがって、費用対効果が高い取組を促進する仕組みとしても、カーボンプライシングは、新しい経済、脱炭素の経済にするため必要な制度である。カーボンプライシングの乱暴な導入によってエネルギーコストを押し上げ、特定の産業に激変を起こすようなことには反対だが、国際状況も踏まえながら適切な制度設計を行った上で導入していくことは、現時点で必要なことである。

問 パリ協定で合意された脱炭素化、CO₂の排出削減目標については、目標と現実との間にギャップがあるとの指摘がある。地球温暖化による海面上昇や気候変動による大災害の多発など、人類の生存に関わる問題であり、各締約国がこのギャップをいかに埋めていくかが課題である。日本は、国内では石炭火力発電所の新增設を進め、国外に対してもCO₂排出量の多い旧式の石炭火力発電所建設への公的融資を行っているが、こうしたパリ協定と相反する国内外での態度は、自ら掲げた目標とも反するようなものであり、パリ協定に合意した以上は改めるべきではないか伺う。

答 日本で石炭火力発電所の新設計画があることの背景を考える必要がある。エネルギーミックスを考えるに当たり、温室効果ガスの削減、電力コストの抑制、自給率の回復の三つを目標として掲げて策定した。そして、国内で石炭火力発電所の新設計画があることの一つの大きな背景には、原発の再稼働の見通しが立っていないことに大きな要因があるのではないかと考える。したがっ

て、日本において石炭火力発電所の新設を最小限に抑えるという意味で最も効果が高いのは、原発の再稼働を着々と進めることと考える。また、海外への技術移転については、ベースラインをどう考えるかである。要するに、途上国は最も安価なエネルギー源である石炭を使用する。そして、日本が高効率の石炭火力発電の技術を途上国に輸出しなくても、その場合は中国の更に質の悪い石炭火力発電の技術を利用することになるか、既存の効率の悪い石炭火力発電所を使用し続けることになる。それと比較して日本が輸出した技術でどれだけCO₂削減を図ることができるかということで考える必要がある。

問 ドイツ政府の諮問委員会が行った2038年までの脱石炭の宣言の内容及び評価、また、日本の脱炭素化目標との関係について伺う。

答 ドイツは石炭の産出国であり、現在、電力の38%を石炭火力発電に依存しており、日本より石炭依存度が高い国である。しかし、既に脱原発を決めているドイツが2038年までの石炭火力発電ゼロと決めるということは、パリ協定に基づいて取るべきドイツの選択として他になかったことを示している。そしてパリ協定に比べると2038年では遅過ぎるとしてドイツ、欧州では大きな批判が上がっているほどで、これに比べると、日本の石炭火力発電所の新設計画は、26%削減目標もエネルギー基本計画も上回る勢いで進んでおり、環境大臣も日本の目標と整合しないとしているが、それにもかかわらず、何らかの政策的な抑止が働かないことは極めて問題である。

問 脱石炭国際連盟のように、欧州各国は国内の石炭火力発電所の新設を停止し、既存石炭火力発電所の段階的な全廃を目指す。また対外的には途上国支援を停止するとの合意がされる。これは日本の国内の動きとは異なる動き、すなわち地球温暖化対策を一段上に置いてエネルギー政策の転換を進める姿勢であると思う。日本がパリ協定を締結して国際社会に脱炭素化目標を約束しながら、これと逆行しかねないような姿勢を示し続ける最大の要因及びその解消に何が必要と考えるか伺う。

答 最大の要因は、第5次エネルギー基本計画で原子力発電と石炭火力発電をベースロード電源に位置付け、石炭火力発電を使い続けることができる、それ

が重要だという政策方針が発表されたことで、それが市場にシグナルを送っていることが問題である。

【技術革新】

問 参考人はイノベーションという観点を強調していたが、電力についても、原発の安全性向上は技術であり、再エネコストの低減も技術であり、化石燃料発電のCO₂発生抑制も技術である。幸い、日本は技術が強みの国であり、国際貢献につながるようなことはできると思う。イノベーションにも様々な種類があるが、この先、特に日本において、全てに取り組むべきなのか、それとも政府が注力すべき焦点となるような分野があるのか伺う。

答 日本にとって特に重要な技術は、一つは水素であり、2018年に水素閣僚会議が開催され、日本がリーダーシップを取る意思を明確にした。もう一つは、CCUである。排出されたCO₂を単に大気中に放出させるのではなく、それを用いてメタンやプラスチック、建設材料等を作るといったことで活用しようとするものであり、そのための技術のめどはある。そうすると化石燃料の利用とCO₂の排出削減が両立できることになる。さらに、国際的にも波及可能性が高いので、こうした分野を中心に取り組むべきである。

答 RITEがCCSの技術開発に取り組んでいることもあり、これは非常に重要な技術と考える。ただ、技術にはコストとCO₂削減量に様々な組合せがあり、全体を見渡す必要がある。つまり、地球温暖化リスクの大きさとそれに対応する技術の進展を見極めながら、その技術のポートフォリオをつくっておく必要があり、現段階では、ある特定の技術だけではなく、様々な技術全部に取り組む必要がある。しかし、余りに大きく展開し過ぎると政策的なコストが非常に掛かるため、技術開発にとどめるものと、コストが下がった技術を大きく展開するためサポートするものとに峻別しながら、同時に地球温暖化リスクを見極めながら取り組むことが重要である。AIやIoTの可能性は大きく、このようなエネルギーシステム統合技術は、特に経済合理的にCO₂排出量を大きく削減できる余地があるという意味で重要ということを再度強調する。

問 AIやIoTといった技術革新は社会にインパクトを与え最終的には電力の安定供給や地球温暖化対策に貢献するであろうが、どのくらいの速さで進み、どのくらいのインパクトがあるのか伺う。

答 AIやIoTの効果は、社会において非常に幅広く普及する場合があります、予測困難ではあるが、例えば自家用車は5%程度しか稼働していないので、完全自動運転が実現し4～5倍の稼働率になれば、それだけ台数が不要となるため、波及して鉄やプラスチックの使用量が減ることになる。しかも、自動車を所有からシェアする社会へと、大きく変わっていく可能性がある。同様に、食料システム全体も無駄が非常に多いが、AIやIoTによって自動的に需給バランスを取ることで、現状では困難な無駄の削減が、技術コストの低下により実現できるようになる。したがってイノベーションの機会は大変大きく、社会はこの重要性を認識して取り組むことが大事である。

問 2020年東京オリンピックを契機に、世界に先駆けて自動運転を実用化しようとする日本にとって、自動運転が一つのSociety 5.0の突破口になるのではないかと期待しており、これについてエネルギー、気候変動との関係を含めて意見を伺う。

答 Society 5.0、そして自動運転の実現は、利便性を非常に高める部分が多く、結果としてエネルギーの使用が減りCO₂が減る。これこそがグリーン成長、経済と環境の好循環であり、わざわざコストを追加して取り組むようなものではなくするという意味で非常に重要なポイントになるので、政府が一体となり、そして国会もサポートする形で推進していただきたい。

問 地球温暖化対策として脱炭素が必要であり、そのために脱石炭火力発電という流れはよく理解できたが、一方で、それを進めていくための課題も多々あると思う。特に民間企業の立場からは、エネルギーコストの増大によって日本の産業として国際競争力に大きなダメージが与えられるとの懸念がある。加えて、経済と環境の両立のためには、技術革新を進めるとともに、そのための投資が必要ということである。個別の企業としては、電気料金の実質的な上昇を想定すると、本来であれば技術革新のための研究開発に投資したいが、それが

できないという現状を含め、国の支援策の在り方を伺う。

答 企業の研究開発への投資は極めて重要である。政府の研究開発予算もあるが、何とんでも民間企業の努力が必要になる。そうなった場合、マクロ経済環境が良好でなければ、企業収益が悪化すると、どうしてもリスクのある革新的な技術開発よりも今ある技術の改善となってしまう。したがって、まずは良好なマクロ経済環境が必要であり、そのためには、電力料金の大幅な引上げは回避すべきである。

答 民間企業が研究開発への投資を進めるためには、非常に良い企業環境がなければならない。電力コスト負担の大きくなっている産業が非常に低成長になっている状況があると、新たな投資も良い経済活動も生まれないという悪循環に入ってしまうため、いかに好循環化し低炭素化につなげていくかということが極めて重要である。

（２）資源エネルギーの安定供給（平成31年２月27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）

九州大学大学院工学研究院准教授 渡邊 裕章 参考人

日本近海に賦存する国産資源の開発、特にメタンプルームの開発に関し、大きく五つの点、すなわちメタンプルームの概要、注目すべき理由、近年の研究動向、回収技術の検討事例について説明した後、メタンプルームを国産資源とするために今後必要なことについて意見を述べる。

まず、メタンプルームとは、メタンガスが海底面から湧き出してできる気泡とメタンハイドレート粒子により形成される柱状のメタン濃集帯を指す。計量魚群探知機での計測によると、メタンプルームは、海底から水深約200～300mまで柱状に立ち上っていることが確認でき、また、水中ロボットによる直接撮影では、海底面から気泡が出ていることが確認できる。当初、メタンプルームは、産業技術総合研究所で調査研究されている表層型メタンハイドレートの目印的な役割を果たす付随的なものとして考えられてきたが、近年は、これ自体が研究対象とされている。

メタンハイドレート粒子は、低温高圧の概ね水深300mより深いところを安定領域とする。近年の表層型メタンハイドレート研究によると、メタンプルームの由来は、海底の下層から上昇するメタンガスの一部が海底面から湧き出すものであることが分かってきた。海底面から湧き出したメタンガスは、海水と反応して直ちに被膜に覆われ安定した粒子、すなわち水分子の中にメタン分子が取り込まれたような構造の粒子となって安定して存在し、フラスコ状のものをかざすと、粒状のまま捕集できる。この粒子が浮力により水深300m付近まで上昇すると、被膜が分解してメタンガスが徐々に海水に溶解していくものと考えられている。

海底のマウンド（小丘）下のガスチムニー構造にセンサーを投入して音響調査により詳細に分析したところ、その中はメタンハイドレートが層状に分布し、硫化水素や炭酸塩等が付随して存在することが分かってきた。このことから、メタ

ンブルームのガス湧出量は、海底下層から上昇してくるメタンガス量から、メタンハイドレート化して留まるものと、硫化水素が出来る嫌氣的酸化反応で消費されるメタン量を除いたものと考えられる。メタンブルーム一つ当たりの湧出量は、上越海丘及び海鷹海脚における先行研究によると、年間で3,000t、概ね420万m³であることが明らかになっている。

次に、メタンブルームに注目すべき3点の理由を述べる。1点目は、自然の湧出物であり、数万年単位での持続が可能ということである。メタンハイドレート層周辺の堆積物の分析から、日本海では少なくとも30万～63万年前からメタンガスの湧出が続いていると考えられる。2点目は、相当な湧出量が見込まれることである。2009年までに上越沖だけで40本を超えるメタンブルームが観測され、メタンブルーム40本分は2018年11月現在の市場価格にして37億円程度となる。また近年、国内海域で285本のメタンブルームが確認されたとの報告もある。さらに、産業技術総合研究所によると、現在までに発見されているガストムニー構造は1,742か所であり、相当な湧出量が見込まれる。3点目は、地球温暖化への影響について、メタンの地球温暖化係数はCO₂の25倍であるため、自然界に単純に放出されるよりも、火力発電等でエネルギー利用を図る方が温室効果抑制の可能性のあるものとする。

次に、メタンブルームに関する近年の研究動向を紹介する。メタンブルーム研究は、海外では主に環境への影響評価の観点によるものであったが、最近では資源としての研究が増加傾向にあり、米国エネルギー省やドイツ経済エネルギー省が資金を拠出していることが分かっている。ただ、賦存形態に関する研究は大きく増加傾向にあるものの、回収技術に関する研究は不十分な状況である。

研究対象は2種類のメタンブルームということが最近の流れである。一つは、深海のメタンハイドレート安定領域におけるガストムニー構造のメタンブルームで、日本近海では上越沖、隠岐トラフ、網走沖、十勝沖、日高沖等に存在する。もう一つは、メタンハイドレート安定領域よりも浅い大陸棚外縁等のメタンブルームで、海外では米国のノースカロライナ、ノルウェーのスピッツベルゲン島、日本近海では佐渡の北東沖や最上トラフ、潮岬沖等で発見されている。

2015年に佐渡北東沖を調査したところ、37本のメタンプルームを確認した。その中には水深178mといった安定領域よりも浅い海であっても存在し、海面に到達するものもあることが分かってきた。また、米国のノースカロライナ沖では570本ものメタンプルームが確認されており、そのうちの440本が安定領域よりも浅い海にあることが分かった。この存在確率から試算すると、同海域にはおおよそ数万本のメタンプルームがある可能性が報告されている。さらに、ノルウェーのスピッツベルゲン島西岸エリアにはメタンプルームが数百kmにわたり帯状に存在しており、その多くは浅い海に、場所によっては海面まで到達しているものが多く存在することが分かった。また、メタンハイドレートの安定領域には、海中の上限に加え、地熱によって深くなるほど温かくなるため海底下には下限があり、メタンガスはおそらく海底の下限に沿って移動し、安定領域の上限を超えた浅い海域で湧き出すということが、浅い海におけるメタンプルームのメカニズムではないかと考えられている。

次に、メタンプルームをどのように資源化するかとの観点から、回収技術の検討事例について述べる。膜状のもので捕集し陸まで運ぶ回収システムでは、膜構造物、揚収管、揚収ポンプ、洋上のプラットフォーム、その上に置くガス精製設備、そしてパイプライン、船の輸送等を考えることになる。回収システムの評価を行うため、小型の膜構造物を使ったプルーム捕集実験や海底展開の可能性に係る実験では、膜構造物のメーカー、海洋土木の会社、ガスのプラント、化学品メーカー等の協力を得て実施し、基礎データを収集した。この実験はエネルギー収支の分析と経済性を評価するものである。

エネルギー収支比（E P R）は、投入エネルギーに対する生産エネルギーの比であって、1を超えなければそもそも研究開発の意味がない。投入エネルギーは設備建設に係るものと運用に係るものとに分けられ、設備のエネルギーは、素材を用意し、その素材から機械を造り、現場まで運んで組み立てるという一連の作業に係るもので、運用のエネルギーは、取り出したガスを陸まで運搬するものと設備の保守、修繕に係るものが含まれる。

経済性評価については、単位熱量当たりでコストを評価し、このコストには資

本費、運転維持費、燃料費等が反映される。プラントの建設、運用、廃棄というライフサイクル全部を考慮するため、運営を30～40年と考え、割引率を3%と仮定した。また、天然ガス価格は2018年11月時点の1.22円/MJ（メガジュール）とした。計算条件は、上越沖の海鷹海脚エリアを例にとり、水深1,000m、離岸距離50km、メタンプルーム一つ当たりのメタン湧出量を前述の推定値3,000t/年とし、直径20mのアンカー付き膜構造物を1～5基、膜一つ当たり1～10個のメタンプルームをカバーする運用、産出プラントは30年間稼働と想定した。そして基本ケースはパイプライン輸送とし、圧縮天然ガス（CNG）船で輸送した場合や、近接する岩船沖の油ガス田プラットフォームの洋上設備を流用した場合等を検討した。その結果の一例として、パイプライン輸送の基本ケースでは、膜構造物の設置数や膜一つ当たりでカバーするメタンプルーム数に比例してEPRは増加し、最大値は28.5となった。他方、EPRの最小値は1以下の0.6であった。投入エネルギーの内訳で最も大きいのは運用エネルギーで、中でも輸送エネルギー、すなわち洋上設備の運転エネルギーが最もエネルギーを要するということであった。

コストについては、膜構造物の設置数や膜一つ当たりでカバーするメタンプルーム数が増えるに従い低減するが、次第に数のメリットが低下してどこかに収束していく傾向が見られた。検討範囲のコストの最小値は0.6円/MJで最大値は27.2円/MJであった。コストの内訳を詳細に分析すると、最も寄与度が大きいのは資本費のうちの初期投資すなわち設備費用であることが分かる。基本ケースに対してCNG船で輸送した場合と岩船沖プラットフォームを経由した場合については、まずEPRは、パイプライン、岩船沖、CNG船の順で高くなる傾向、そしてコストは岩船沖、CNG船、パイプラインの順に低くなる傾向となった。コスト内訳を分析すると、岩船沖やCNG船のコストの安さには初期投資の抑制が大きく寄与していることが分かる。以上は飽くまで現時点で得られる各要素のデータを積み上げて試算した結果であって、今後更に詳細に分析する必要がある。

この試算に基づいて、エネルギー安全保障と地球温暖化の抑制について考察す

る。メタン1gを燃やすとCO₂が2.75gでき、メタンの地球温暖化係数は25なので、火力発電で燃料として用いると、質量ベースで地球温暖化効果を約9分の1に抑制できると考えられる。今回のEPRの最大ケースに対して、最新鋭の天然ガス焚きコンバインドサイクル発電を適用して試算すると、発電容量110MWのプラントに対してライフサイクルCO₂の排出量原単位はマイナス210.1g-CO₂/kWh（キロワットアワー当たりグラムCO₂）となり、温室効果ガス排出削減効果としては年間約260万tのCO₂削減が可能との試算になる。なお、試算に当たっては、メタンプルームの利用により地球温暖化効果を9分の1程度に抑えられるネガティブエミッション効果と、輸入LNGの削減効果の二つを加味している。

最後に、メタンプルームを国産資源として利用するために必要なことについて述べる。まず、メタンハイドレート由来資源の産出国になる利点の分析であって、エネルギー安全保障の観点からのエネルギー自給率の向上を図るとの議論や、温室効果ガス排出量削減については、そのネガティブエミッション効果、LNG輸入量減少、石炭火力割合減少等、様々な議論を進める必要がある。また、産出プラント建設の視点からのポテンシャル調査、すなわち、定点観測による年間湧出量の正確な把握や、工学的視点からの現地調査等の必要がある。さらに、漁業との共存、そして、パイプライン敷設の要否、発電所との直結の要否等の陸上インフラの立地点を考えていく必要もある。また、回収技術の確立に向けた様々な試験を行い、要素試験のデータを積み上げてEPRやコスト予測の精度を上げていく必要があり、実証試験によって早期の国産資源化を図る道筋をつくりたいと考えている。

横浜国立大学大学院工学研究院教授 大山 力 参考人

「再生可能エネルギーの主力電源化に向けて」というテーマについて述べる。

再エネは、純粋な国産エネルギーであるため、上手に使っていくことは非常に意味があるが、電力系統的には難しい面があることを理解しておく必要がある。エンジニアとして、そうした難しい面を認識した上で、どう進めるべきかを研究

している。

以前、スペインのラマンチャの太陽光発電施設や、米国のハワイの風力発電施設を視察した。いずれも日本では難しいような規模の発電量であったと思うが、それほど条件が良いとは言えない日本で再エネを利用していくにはどうすればいいのかという話になる。

再エネは自然エネルギーであるため、環境に優しく、純国産エネルギーであるという良い点があるが、問題が2点ある。一つはエネルギー密度が低い点であり、もう一つは電気が必要なときに発電せず、不要なときに発電してしまう点、すなわち出力変動である。

まず、エネルギー密度が低い点について述べる。密度の低さは安全につながるという良い面もあるが、再エネが配電線へ大量につながると、電気の逆流という想定外のことが起きる。そして、電気の逆流が起きると配電線の末端の電圧が上がり、各家庭に供給される電圧が高くなり過ぎてしまう。これに対応する方法として、電圧制御機器の設置や配電線自体を短くする等があるが、非常に費用が掛かる。

また、上位の系統が停電した際に太陽光発電施設等が発電し続けると、停電していると思って作業員が触ると非常に危険なため、太陽光発電施設等が単独運転になったときには速やかに停止しなければならない。しかし、電圧が少し不安定になったからといってすぐに停止するのは問題であるが、電圧が不安定になっても耐えることと、停電したら速やかに停止することは相反するため、それをどうするかは非常に大きな技術的課題である。

配電線の電圧分布については、再エネが導入された配電線があると送り出し点に比べ末端の電圧が上がる。再エネ導入がない場合だと、通常は送り出し点に比べ末端の電圧が低いため、少し高めの電圧で送電し末端まできちんとした電圧で届くようにしていたが、知らないうちに再エネが導入されると、急に電圧が上がるといった問題がある。

次に、出力変動に係る周波数問題について述べる。2018年の北海道のブラックアウトにおいても周波数低下に関する話があったが、そもそも電力系統で周波数

が低下する理由についてその概略を述べておきたい。電力システム内では、原動機が機械的な回転エネルギーを発電機に伝え、発電機はそれを電気エネルギーに変換し、送電線、配電線を通して需要家に送っている。他方、大きな工場で急にモーターを回したりするなど、需要家は急にスイッチを入れたり切ったりするなど電気を自由に使用している。こうした変動はほぼ光の速さで発電機まで伝わり、発電機で発生する電気エネルギーは瞬時に変化するが、発電機に入る機械エネルギーはそれができないため差が生じてしまう。その結果、その差は発電機の回転エネルギーで賄われ、電気エネルギーが多くなると発電機の回転数は下がり、少なくなると回転数は上がることとなる。発電機の回転数と電気の周波数は、発電機の構造上 1 : 1 の比例関係にあるので、例えば需要家が急に電気を使用すると周波数が下がる。北海道のブラックアウトは、発電機が急に停止したために残りの発電機で対応しなければならなくなり、周波数が急激に低下した。再エネが導入されると、需要家が自由に電気を使い、再エネも自由に発電することになるため、ますます変動が大きくなり難しい状況となる。

太陽光発電の出力は、雲と青空が混在しているようなときが一番変動するが、電力需要はほぼ一定であるとする、供給側の太陽光発電の出力が変動するため、他の電源の出力を調整して、電力供給を全体として電力需要と同じにする必要がある。このため、米国の学会等では、太陽光発電などにはダンスパートナーが必要であると言われている。それではダンスパートナーに適した電源は何かである。水力発電で調整可能であればよいが、どうしても火力発電の調整力に頼らざるを得ないために、火力発電の発電量を増やすことになる。このため、全体的には当然CO₂が減少するが、火力発電の中間負荷運転では少し効率が悪くなるかもしれないので、火力発電だけで見ると増加することも考えられる。その他のダンスパートナーとして、日本では蓄電池が考えられているが、非常に高価である等の問題点があろう。

また、太陽光発電設備一つだけだと雲が来ると急に出力が変わるが、雲は通過していくので、太陽光発電設備が広範囲に設置されていれば一つが急に変動しても打ち消し合い、なだらかになるというというならし効果が期待できる。ただ、

打ち消し合う効果というものが、いつでも期待し得るものなのかはよく分からない。アメダスデータを用いた分析からは、数年に一度は全体の出力が急変することが分かったが、停電の発生は許されない。また、現在よりも太陽光発電の導入が進んだ想定では、現在では考えられない大きな変動が見込まれるといった問題が考えられる。

次に、再エネ電源がどれだけの供給力を持っているかについて述べる。再エネの設備容量は原発に比べてかなり多いが、発電量は逆転している。これは、再エネ設備は年間通じてフラットに運転しないことの表れである。そこで、再エネ設備はどの程度必要かを考える。電力系統の負荷率（年間ピーク電力需要に対する年間平均電力需要）は概ね60%であり、太陽光発電設備利用率（発電設備容量に対する年平均発電量）は約14%である。したがって、太陽光発電だけで必要なエネルギー全てを発生させる場合、年間ピーク電力需要の4倍以上の設備容量を有する太陽光発電設備を造らなければならない。太陽光発電は、発電量が余るときは大量に余るが、足りないときは足りなくなるので、どうしてもダンスパートナーが必要となるが、余るときは出力抑制が一番である。出力抑制を悪とするような報道等があるが、これが世界の主流であり、再エネを主力電源として考える場合は、出力抑制は考えていかなければならない。また、発電量が不足するときは、電力貯蔵か他の電源に頼らざるを得ないが、電力貯蔵は今のところは高い。

ここで、太陽光発電の導入により太陽光発電以外の発電設備をどれだけ削減できるかを検討する。太陽光発電の導入が少量であれば、昼間は太陽光発電以外の発電設備が供給しなければならない需要分を減らすことができる。他方、太陽光発電の導入が大量であれば、昼間よりも夜間の方が太陽光発電以外の設備が供給しなければならない需要分が上回るため、太陽光発電をこれ以上導入しても、太陽光発電以外の発電設備の削減にはつながらないこととなる。経済産業省の試算結果によると、太陽光発電は平均30～40%の出力だが、需要ピークの頃でも10%近いときがあるため、それに備えて他の電源を何とかして持つ必要がある。kW価値（ある電源を1kW導入したとき、信頼度を同じレベルに保つとすると既存の電源を何kW減らすことができるか）で評価すると、最初は40～50%程度削減できる

が、太陽光発電が増えてくると、どんどん価値が減る。これは、太陽光発電は昼間しか発電せず夜間の分は減らせるはずがないため、当然のことである。

次に、太陽光発電等における急な出力変動について述べる。太陽光発電等を導入していない場合、現状程度の導入量の場合そして2030年の予測程度の導入量の場合において太陽光発電量が急激に減ることによる周波数の変動を想定したところ、太陽光発電を導入していない場合でも周波数は変動するが、現状程度の場合でも変動はするがそれほどの問題はない。しかし、2030年予測の導入量だと、他の発電所の調整が追いつかないため、周波数が下がる可能性があるとの結果となった。したがって、太陽光発電の接続可能量の更なる増加のためには、太陽光発電に対応して出力を変える電源をどう確保するか、また天候の予測精度の向上も大変重要となる。さらに、出力抑制を一度決めると、発電可能な状態でも抑制したままになっている。これは、再エネ等の小さな発電所に対してリアルタイムに指示が出せないという技術的問題であり、こうしたことへの対応も必要となる。さらに、デマンドレスポンス、すなわち需要家側の対応をどうにかするというところもある。

最後は、地域偏在についてである。風力発電の導入は、北海道、東北北部、またそれほど多くはないが九州といった地域偏在がある。ただ、日本では風力発電よりも太陽光発電が多く導入されており、地域偏在はないだろうと言われている。しかし、晴れている地域から曇りや雨の地域へ電気が流れるといった場合、電力ネットワークが非常に強靱であれば地域間でのならし効果も期待できようが、現状では困難かもしれない。電力ネットワークの強靱化とは、連系線を大量に建設するということであるが、例えばデンマークは、国内の電力需要に比べて非常に大きな国際連系線を有している。ただ、この国際連系線は、北欧の水力発電による安価な電気をドイツ等の高い電気料金の地域に送電するため造られたもので、北欧とドイツの間にあるデンマークは、国際連系線の恩恵を受けており、例えば、北欧からドイツに送電される場合を考えると、デンマークで余れば北欧側に押し返せばいいし、不足すればドイツから送電してもらえばよいということで、必ず片側が空いているので運用が非常に楽になっている。このように送

電線を造っている最大の理由は、安価な電気を高価な地域に送るためであり、値差と呼ばれる値段の違いの存在が、その原動力となっている。

日本には、元々資源がなく、どの地域も同じように電気をつくってきたため、これまで余り値差がなかった。しかし、今後、純国産エネルギーの太陽光発電や風力発電等が導入されれば、需要の側に偏在があるため、値差が大きくなる可能性がある。すなわち、電気がたくさん余る地域から不足する地域に送電する場合、そこに値差が生じるはずであり、それをどうつくっていくかが問題となる。

連系線の建設費は、一般的に電源者が特定される特定電源は電源者が費用を負担し、特定されない不特定電源はみんなで負担する。ただ、不特定電源のための連系線建設費負担の仕組みをどうするかは政治的な課題であり、電気料金に上乗せする託送料金や、再エネの賦課金が考えられるが、値差の活用も考えられる。欧州では、地域間連系線の両側で生じる値差をためて、連系線の建設費用に充てることが主流となっている。費用がたまるまでには時間が掛かるが、こうした点も含めて検討いただきたい。

京都大学大学院経済学研究科特任教授 安田 陽 参考人

再エネの便益と導入の意義について述べる。

私は、約25年間にわたり電力工学を研究していたが、2、3年前から経済学を勉強し始めた。その理由は、再エネの導入及び何が障壁となって導入が進まないのかについて各国の事例を研究したところ、克服できないような技術的問題ではなく、市場設計や制度設計が大きな障壁となっているという理解に至った。それゆえ、技術だけではなく、政治、経済を学ばないとならないと考えたためである。再エネに係る問題を解決するには、技術論と経済学に関する知見が必要となるが、両者の間にはギャップが存在する。これを埋めるためには、経済学に係る基本的な問題について、国民全体で共有しなければならない。

国際エネルギー機関（IEA）は、2018年発表の「世界エネルギー展望（World Energy Outlook）」で、喫緊の課題である気候変動へ対応するためには、2040年までに再エネを世界の電源構成の66%まで導入する必要があるとのシナリ

を提示した。また、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）は、2017年発表の「REmap」で、気候変動に対応するためには、2030年に再エネ全体で45%、水力以外では28%、そのうち風力14%とのシナリオを発表している。これらに対し、日本の第5次エネルギー基本計画では再エネ比率は22～24%である。両シナリオの再エネの数値目標は世界の平均値であるので、更に進んでいる国や既に大量導入している国もある。したがって、日本が2030年あるいは2040年、2050年まで、技術立国あるいは環境立国の看板を掲げるのであれば、世界平均より更に高い数値を設定しなければリーディングカントリーとは言えない。エネルギー源の中で最も再エネへの投資が進んでいる世界の現状を踏まえ、日本も十分に考慮していく必要がある。

世界中で再エネの導入が進んでいるのは、単なる情緒的なブームではなく、経済的な原理で合理的に進んでいるものである。各国政府、国際機関さらに投資家までもが再エネに駒を進める理由については、「外部コスト」や「便益（benefit）」という経済用語を用いなければ説明が難しい。外部コストとは隠れたコストであり便益とは国民全体へのリターンである。こうした経済的な議論に基づく再エネ導入が最もリスクが少なく、また国民、地球市民に良いことがあることを合理的に考えた結果、各国は再エネに駒を進めていると理解している。経済産業省が2015年に発表した発電コストのリストによると、再エネのコストは他と比べると高い。日本において現時点で一番安いのは原子力発電、次いで石炭火力発電となっている。それでは、国民負担や経済を考えると安い方が望ましいということで、原子力発電や石炭火力発電を選択したいとの声もあるが、再エネは高いから後回しということで本当に良いのかという点が問題の出発点である。

便益とは、経済学用語では恩恵の貨幣価値であり、定量計算が必要なものである。あえて言えば、コストの反対用語である。これは専門的に言えば、「私的便益」と「社会的便益」とに分類され、社会的便益とは、特定の人・企業が得る利益とは異なり、市民・国民全員が共有できるものである。便益を考えずにコストしか考えないと、再エネへの取組を強いられているとなってしまうが、コストとは、便益が返ってくるのであれば投資となる。したがって、コストだけを

議論するのではなく、掛けたコストに見合う便益が得られるかどうか、公共事業等における費用便益比（C B R）といったものをエネルギー問題についても議論する必要がある。この便益という経済用語がどの程度日本で使われているのかを、4大新聞での出現頻度で調査したところ、再エネのコストに関する記事に対し便益に関する記事はほとんどないに等しく、これでは何のために再エネの便益を考えなければならないとしているのかということになってしまう。本当は再エネに便益があるのだということを国民全体で議論しなければならない。

市場競争により価格が決まるという一般均衡理論だけで本当に良いのかということである。経済学では、価格は、生産に伴う私的限界費用と消費の限界便益の交点で決定するとされるが、実は、私的限界費用ではなく社会的限界費用との交点で決まるのではないかと考える。特に汚染物質の対策コストや事故の補償コストが隠れたコストになってしまえば、社会全体の厚生損失になってしまう。したがって、隠れたコストについてもそれを表面化させ、それをコストに上乗せして計算しなければ、社会全体で公平にも効率的にもならない。外部コストは、市場取引に反映されない隠れたコストであり、取引当事者以外が不当に損をする、あるいは将来世代にツケを回すことになるため、対策を立てる必要があり、環境汚染対策等の例でも明らかなように、外部コスト対策を惜しんだ結果がどうなるかを考えなければならない。こうした観点から、エネルギーは、単なるコストだけではなく、便益や外部コストをそれぞれ計上しなければならない。再エネにも外部コストがあるように、各電源には長所短所があり、そうしたものを明らかにする必要がある。

欧米における実際の取組を見ると、1990年代頃から日本円にして20億円程度の大きな予算で、相当な研究者と組織による広範囲な国家プロジェクトレベルでの研究が進んでいる。また、I P C Cの「再生可能エネルギー源と気候変動緩和に関する特別報告書」によると、石炭火力発電は再エネに対し100倍程度の外部コストを出している。つまり、再エネは従来電源の100分の1程度しか外部コストがないため、再エネに置き換えることにより更に大きな便益が出てくる。また、欧州委員会の2003年の外部コストの研究でも、やはり火力発電の外部コストは高

いとの結果となっている。この時代の技術では太陽光発電の外部コストが高かったが、それが今後どうなるのかを注視している。さらに、英国サセックス大学の教授の試算によると、やはり風力、地熱、太陽光等による各発電は外部コストが非常に安いという結果になっている。重要なことは、こうした研究の都合の良いところだけを抜き出して議論するのではなく、そもそも日本の電源はどのようなかという研究を進める必要があるということである。

各電源の外部コストについては、全ての利害関係者が、正直に、できるだけ正確にデータを合わせて研究し公表しなければならないが、日本ではそうしたことは進んでいないように思われる。これは一部の研究者が地道に取り組むレベルではなく、国民全体、立法府等でも議論されるべきものとする。外部コストの例ではないが、環境省が気候変動による被害コストについて調査した取組がある。日本でもこうした取組を更に進める必要がある。再エネの便益についても環境省が、再エネによるエネルギー自給率の向上、CO₂削減効果、化石燃料の調達に伴う資金の海外流出の抑制効果等について試算した例があり、更にこの議論を進める必要がある。このように数字を示すことで、再エネ促進の意義の見える化が図られるが、この点についての研究は海外の方が進んでいる。IRENAによると、再エネに対し世界全体で毎年30兆円の投資が必要になるとしており、こうした巨額の投資の必要性、誰が払うのか、コスト負担ではないのかといった議論はあろうが、投資によって便益が生まれる、来るべき損害を減らせる、未来への投資であるといった考え方をしなければ、再エネの導入は容易ではない。費用便益については、例えば、道路についてのマニュアルは国土交通省が作成しているが、海外では再エネや送電線に関してもこうした考え方が進みつつある一方、日本ではまだまだ少ない。こうした点を国レベルで更に議論していく必要がある。

エネルギーに関して、日本でもコストに関する議論は多いが、コストだけではなく便益も考える必要がある。便益の少ない技術は推進すべきでなく、コスト削減が必要となるが、コストが高いたとしても便益が多ければ推進すべきであり、こうした意思決定・合意形成の仕方、定量的な考え方が必要になる。特に、地球温

暖化対策、そして気候変動問題は、コストを支払う現世代と便益を受け取る将来世代とが異なり、合意形成の仕方が問題となる。将来世代は現時点で意思表示ができないため、現世代が責任を持って良いものを未来に残さなければならない。これは、経済学的な合理性で考えなければならないことであり、隠れたコストも含めなければ将来世代にツケを回してしまうことになる。

したがって、再エネ支援策として国民から費用を徴収しているFITに関して買取費用総額が大きくなってきており、将来的には年間4兆円と言われ、高額との指摘もあるが、2030年になると大きく減少していくとの予測もある。そうした中、便益は現段階では分かりにくいかもしれないが、確実に将来世代に残るという考え方で進める必要がある。実際、ドイツ等でも電気料金が上昇している旨の報道があるが、その内訳を見ると税金の割合は多い。また、価格が大幅に上がっていた時代も、原油価格の上昇が支配的だった時代、再エネ賦課金の上昇が支配的だった時代があった。しかし、将来予測として、ある時点からは一定、あるいは漸次減少していくことが予見されており、そういった情報が開示されているためか、ドイツでは国民の電気料金上昇への受容性は高い。賦課金は一般家庭で1か月1,000円以上と日本よりも高額であるが、世論調査で適正な範囲であると回答する国民が多いというデータが出ている。つまり、外部コストの低さ、便益の大きさといった定量的な評価を日本で更に行うことによって、再エネの導入を進めるための国民の合意形成が可能になると考える。

再エネの導入拡大に伴う送電線の問題と、その費用負担の問題に関しても便益というキーワードで説明できる。仮に再エネに便益が全くなく、公害のように導入するほど迷惑なものであるとすれば、公害同様に、原因者負担の原則が適用されてしかるべきであろう。ところが、再エネには便益があるため、受益者負担の原則を適用しようということである。すなわち、再エネは全国民が享受するため広く薄く負担する方が、効率的で、社会コストが下がり、そして必要なイノベーションや投資が進むという考え方であり、特に欧米でこうした考え方が進んでいる。つまり、再エネの導入には様々な課題への対応が必要となることが明らかとなっているが、再エネの導入に対応するためというよりもむしろ、再エネ、新し

い技術が入ってくることで、イノベーションが進み、産業界も活性化するため、系統側が引き受けた方が良いことが技術的にも経済的にも分かってきた。この点が、再エネ導入が進むかどうかの大きな違いになろう。欧州では、再エネのお陰で経済が活性化していく、技術的な戦略で世界に打って出ることを企画している国もある。このように発想をいかに逆転させて世界に貢献するかを日本も考えなければならない。

以下、参考までに変動性再エネ電源（VRE）に関する世界の論調について紹介する。IEAは2014年に発表した「電力の変革」で、風力発電や太陽光発電といったVREのシェアが5～10%という低い段階では大きな技術的な課題はないとしている。つまり、現在の日本の平均は約5%で、導入が進んでいると言われる九州電力管内でも10%強であり技術的な課題が出てくる段階に近づいているものの、基本的には蓄電池や水素は全く必要ない状態であり、少なくとも2030年に20%程度の目標であれば技術的な課題はないレベルということが世界的な認識である。そして、同報告書では技術的な観点からは年間発電量の25～40%はVREが導入可能としており、その場合はもう少し努力が必要だろう。さらに、電力システムが持ち得る全ての対策を考慮しないまま単に風力発電と太陽光発電を増やせばよいといった古い伝統的な考え方では重要な点を見落とす可能性があるとしている。また、IEAは2018年に発表した「再生可能エネルギーのシステム統合」で、VREについての議論は、様々な誤解、通説、誤った情報により依然として歪められているとしている。つまり、こうした新たな技術を導入するには、古いルールを新しいものに変えていくことが重要となろう。

(主な議論)

【我が国のエネルギー政策】

問 第5次エネルギー基本計画において実現すべきものと位置付けられた2030年エネルギーミックスでは、火力発電は石炭・石油・LNGで56%、原子力は原子力政策の再構築を踏まえて22~20%、再エネは22~24%としている。環境の観点からは、石炭火力発電所の大幅な増設計画は国際社会においては変則的ではないかとの議論もある。しかしながら、2030年エネルギーミックスは、3E+Sという発想でバランスを考慮した結果である。そこで、2030年エネルギーミックスに関する所見及び追加すべきと考える点があれば伺う。

答 メタンプルームを用いた火力発電を再エネとの関係で考えると、再エネの出力変動の吸収には揚水発電や蓄電池等が挙げられるが、信頼性があって現実的に容量をカバーできるのは火力発電であろう。特に天然ガスを使ったガスタービン発電が再エネの変動をカバーできる可能性があるため、再エネと同容量の火力発電が必要になるとの議論もある。したがって、2030年エネルギーミックスでは石炭火力発電が26%、天然ガスが27%ということだが、これを国内資源であるメタンプルームに少しでも代替できれば、コスト面からもエネルギー安全保障面からも、そして再エネの更なる進展にも寄与するものとする。

答 日本における再エネ導入には、問題はあるものの更なる導入は可能と考えている。ただ、最大の障害は出力抑制の問題であり、当初、日本では余り出力抑制しないとの条件で導入された再エネがかなりあり、後から参入した場合は非常に出力抑制されるといういびつな形となっている。出力抑制は世界の主流であり、それがないと主力電源化はできないので、今後そこをどうするのが最大の問題である。また、原発は、初期コストが最も大きい電源であるため、電力会社の立場に立てば、自分たちでは決められないため、国の政策として決めてもらう必要がある。その点についても議論願いたい。さらに、原発は現在停止しているが、停止していても津波が来たら危ない電源なので、これをどう使うかも含めて考えていただきたい。

答 IEA等の公式な国際的見通しは、この約10年の間、ことごとく実際よりも

下回っており、見通し以上に再エネが導入されている。このことから実際の産業界では、国際機関の見通しよりも更に上積みした形で導入される可能性が非常に高い。そうした中、日本がそれより低い目標を掲げてしまうと、新しい産業が萎縮する可能性がある。したがって、再エネの導入目標については、更に導入できるという大きな目標を掲げることが、新たな技術を促進する上で重要なメッセージになるものと考える。

問 2018年9月の北海道胆振東部地震では、全道が停電するブラックアウトが起き、大規模集中発電の災害に対する脆弱さが露呈した。当時の電力需要量の半分を一手に供給する苫東厚真発電所が全て停止したことにより、結果的に全道停電を引き起こした。ここから考えられることはまず、電力の安定供給のためには、大規模集中発電には課題があり、分散型への転換が必要かつ有効と考えるが所見を伺う。また、原発は震度5程度の地震で自動停止するため、仮に泊原発が稼働しているときに地震が発生した場合、損傷がなくても原発は緊急停止し、全道停電に至るリスクが高かったと指摘されている。このため、原発は、電力の安定供給という点で他の電源より優れているとは言えないと考えるが所見を伺う。

答 北海道の全電力需要に対する比率から考えると、苫東厚真発電所がその半分以上を担っていたことは大き過ぎたと感じる。その意味では、分散か集中かのいずれかということではない。集中し過ぎることには問題があるだろうが、全てを分散電源とすることもまた難しいと考えており、やはりバランスを保つ必要がある。苫東厚真発電所と同規模の発電所が本州で停止しても、全体に占める割合はかなり小さいので、北海道の集中に比べると分散に近いという面もある。また、原発は事故を絶対に起こしてはならないため、地震が発生した場合は安全のために停止することは当然であるが、それによりブラックアウトが起きる可能性はある。これを起こさないため、運用面含めてしっかりと取り組まなければならない、泊原発が稼働していれば、苫東厚真発電所だけのときと比べて楽に供給できていたとは言えないことは確かである。

答 北海道のブラックアウトに関しては、電力広域的運営推進機関から詳細な報

告書が出ており、結果的に苫東厚真発電所の石炭火力発電3基に集中していたことだけが原因ではないとの結論に至っている。この3基が短時間のうちにダウンしたことは事実だが、それ以外に、送電線4か所が地震動で瞬間的にダウンし、そこも原因だったということが、様々なシミュレーション結果からも明らかになっている。したがって、一般論として、大規模集中型よりは分散型が良いとの意見が多くあることは理解できるが、北海道のブラックアウトとは問題が全く別ということを科学的な観点から認識していただきたい。その上で、分散型電源も、分散型になればなるほどブラックアウトに強くなるのかということとそうでもなく、別の問題も発生する。結局のところ、新しいシステムや技術を導入するには、ルールを新しくしなければ困難な問題が発生してしまう。分散型電源になれば何でも解決するということではなく、分散型電源にも課題がある。ただ、それは日本の技術力を持ってすれば乗り越えられるものの、ルールが伴わなければギャップが開いてしまい、様々な問題が発生する。したがって、ルールをしっかりとっていくことが重要である。

問 日本の2030年エネルギーミックスにおける再エネ割合は世界に比較して低く、特に風力発電は1.7%しかない。その一方で、2019年6月改定予定と言われるインフラシステム輸出戦略では、風力発電を重点分野にするとの話が出てきている。これには整合性がないと感じるが、日本のメーカーのほぼ全てが撤退し、国内の産業基盤もほとんど整っていない状況下で、風力発電のインフラ輸出は可能か伺う。

答 日本の風力発電機メーカーがほぼ全て撤退したことは、再エネを推進する人たちにとって非常に厳しいニュースである。一方で、世界中を見ると国内に風力発電機メーカーがなくても、大量に風力発電あるいは再エネを導入している国もある。例えば、英国、オランダでは洋上風力が大変盛んであるが、実は国内に風力発電機メーカーはほとんどないが、裾野産業が非常に健闘しており、そこで経済が回っている。したがって、日本の技術戦略としては、国内に風力発電機メーカーが存在し、日本がイノベーションを起こせるのであれば、もちろん行った方が良いが、風車には部品が数千点あり自動車や船に匹敵する産業

とされているので、国内の組立てメーカーがなくても産業は回る、あれば更に回るというふうに、前向きに考えることは可能である。

問 国内に組立てメーカーがない状況であっても、風力発電のインフラ輸出は可能か伺う。

答 海外の風力発電機メーカーには、日本製の発電機、交換機（インバーター、コンバーター）、ベアリング、主軸を風車の部品として取り入れているところがある。あるいは港湾、船舶、タワーといった形で、現時点でも風車産業や風車を支える産業等は、既に様々なところで活躍している。

【再生可能エネルギー】

問 今後、太陽光発電、風力発電等のVREを安定的な電源にしていくため、様々な制度的課題や技術的課題への取組が行われている。その一つに系統連系の課題がある。日本の電力系統は外国とつながっていないがこれをどうするのか、あるいは広域的運用の問題等の送電システムに係る需要調整の在り方について、日本が再エネ比率を欧米並みに上げるために最優先すべき対策について伺う。

答 今の日本の連系線は、相互の融通のためというよりも万が一への備えとして造ってきた経緯があり、十分な容量がないので、まずはそれをどう増やすかを検討すべきと思う。そのためには、地域間に値差が付くことが連系線を造る最大の動機付けとなる。例えばA地域のほとんど0円/kWhという安い電気を、他の地域に10円/kWhで売れば、連系線の収益になるので、仮にこうした値差が続いていくのであれば、その収益を連系線を造ることに回すことが最も適切な方法と考える。その上で、再エネ側にも、出力抑制を受け入れる素地を整えるなど、系統側と再エネ側の双方が譲り合わなければうまくいかないと考える。

問 外部コストや社会的便益については、日本人に余り浸透していないがために、大きな費用を掛けてまで系統を整備することへの抵抗感が日本では強いのではないかとのことだが、これには、見えない便益に対する抵抗感といった日本の文化的な課題、すなわち個人の便益には興味があるが、社会的便益にはほ

とんど興味を示さないという組織風土のようなものも影響しているのではない
かと思う。こうしたことを含め、これから何を優先して取り組むべきか伺う。

答 便益、すなわちベネフィットという言葉は、英語では日常会話で使われているが、日本語では、それに相当する言葉が恩恵やメリットといったふんわりしたものであり、定量分析するという発想がなかなか出てこない。これから日本に必要なことは、きちんと数字で議論することやデータや根拠を基に議論し政策決定をすることであると考えます。

問 原発をいずれゼロにするといっても、再エネを促進しなければ困難ではない
かと考えるため、再エネ導入にはスマートコミュニティ等の分散型エネルギー
システムが経済性、安全性、環境保全等において有効と考えるが所見を伺う。

答 電気は地産地消に近いところもあるかとは思いますが、ネットワークによって遠
くまで送電できるメリットが非常に大きい。他方、熱供給はかなり地産地消に
近いので、熱のネットワークと電気のネットワークとの両方を考えるとスマー
トシティが非常に重要になる。何でも地産地消ということではなく、バラン
スが大事である。

答 地産地消には「バッドな地産地消」と「グッドな地産地消」があると考え
ます。前者は、何でも無理やり地産地消にすることで、かえって地域を疲弊させ
てしまうケースがあるため注意が必要である。他方、後者は、遠くで発電し送
電線で運んだ方がコストが安い場合もあり、また、日本全体のためになる場合
がある。重要なことは、何でも地産地消、分散型ではなく、数値での議論、費
用便益分析といった科学的手法を用いることである。

問 再エネが導入されるとこれまで日本に余りなかった電気の地域間格差が生
じ、広域的に再エネを調達し合うようになる、さらに、再エネが大量に導入さ
れると値差が大きくなり、連系線増強の必要性が高まることが想定され、連系
線増強が進めば風力発電などのVREを導入しやすくなる効果も期待できるた
め、今後の動向に注目するとのことである。このことは、政策的、立法的な対
応の観点なのか、それとも、このまま再エネの導入が増えて市場で自然に落ち
着いていくとの観点なのか伺う。また、どう対処すべきかを含め、要望があれ

ば伺う。

答 連系線の増強が進めば、万能ではないものの再エネの導入はしやすくなるが、最大の問題は、連系線を造るには何年も掛かるところにある。したがって、これから先、2030年辺りを見越して造ろうとするならば、政策面も含めて何らかの手立てを行う必要がある。値差を活用する場合、資金がたまってから造るので、経済に任せると2030年には全く間に合わないことになる。また、値差を活用する否かは政策で決めなければならない。そして決めたとしても値差だけで造るとなるとかなり時間が必要になる。したがって、必要なときに早く造るには、別途、資金を調達して投入することになる。一つの例として、高速道路網の整備がある。これは値差があるわけではないため、資金を調達し整備してから回収するという枠組みだと思う。そうしたことを送電網についても行えばいいと思うが、電力会社に任せるだけでは難しいと考える。

問 国際連系線の活用は、日本では難しいと考えるが見解を伺う。

答 国際連系線と同様の取組が日本国内でも可能ではないかと考える。

問 政治的課題として連系線建設の費用負担を託送料金や賦課金に求めるとの提案は難しいと感じるが、いかがか伺う。

答 大変難しい問題ではあるが、政治的な措置なしで電力会社が行うことは可能なのかというと、それは更に困難と考える。

問 第5次エネルギー基本計画では再エネを主力電源にすると掲げながら、実際には、再エネの新規参入を阻む入場制限が生じていた。送電線への入場制限は技術的問題ではなく、空き容量がゼロだとする電力会社の決定方法について、客観性や透明性の点で疑問視されているが、情報開示や基準設定の在り方について、現状においてどのような問題があり、制度的に解決するには何が必要か伺う。

答 送電線空き容量問題については、公開データを基に分析し、空き容量がないとされているところでも実際には空いているところがあるとの問題提起をしたが、これもルールの問題であって、従来のルールに基づく計算では空き容量はないとの結果になる。しかし、例えば欧州や米国の一部で行っているルールを

適用すれば、まだ使える容量はあることになるのであり、新しい技術に合わせて新しいルールを作っていくことになる。例えば太陽光発電、風力発電、火力発電、原子力発電、様々な特性を踏まえて、実際に流れている量を測る、あるいはシミュレーション等で予測して決めたらよい。海外では、こうしたきめ細かい計測、シミュレーション技術を利用した予測が数多く行われている。そうした新しいやり方にとすると、従来のルールでは空いていないと言われていたものが、空いているようになる。

問 再エネに対して連系への接続に対する制限を設けている国は日本以外にはないとのことだが、諸外国の状況を伺う。また、技術的問題により接続できない場合や出力抑制をしなければならない場合には高い説明責任が問われるとしているが、これは、誰に対する説明責任なのか、また、本来どのような説明をしなければならないのか伺う。

答 諸外国で制限を設けていないというのは接続に対する制限であって、基本的に接続があれば受け入れなければならない、接続できないという実情があれば、送電会社は送電線の建設が課せられている。日本では、2020年以降は発送電分離により発電会社と送電会社とに分かれるため、ベネフィットがある送電会社が責任を持って再エネを受け入れなければならない。一つの方策としては、出力抑制といういい方法を上手に使うということがある。出力抑制が一定程度認められると再エネの更なる導入につながるため、欧州等の再エネが進んだ地域では、特段の接続制限を設けてはいない。説明責任については、送電会社が規制機関に対して報告する。その報告は様々なレポートとして公開されており、出力抑制の理由や投資の概要について、多くの国民や海外の研究者からも読める状態になっている。

問 電力会社の発送電分離が進んでいない日本における出力抑制についての説明責任の所在を伺う。

答 発送電に係る法的分離は2020年4月までに行うとされており、それまでは、分離前の電力会社が説明責任を負うものとする。

問 太陽光発電が相当増えたことで九州電力が出力抑制を行ったが、原子力発電

がベースロード電源に位置付けられ、原発が停止しているにもかかわらず、動くことを前提としてその分をあらかじめ留保しているため再エネの接続が抑制されているとも聞く。こうした問題も含め、国民に対して更なる説明が必要と考えるが、この点について伺う。

答 九州電力の出力抑制に関して考えると、技術的に可能な限りのことを行っているように思われる。問題は、ルールをもう少し新しくしなければならないということである。例えば、出力抑制を行うか否かは現在は、データを基に2日前に決めているが、それでは前過ぎるので、その判断を1日前、可能なら当日の早い時間帯にすると、技術的に出力抑制の量を更に下げられる。このように、電力会社の努力ではなく法令により改善できることも多々ある可能性が審議会資料等から読み取ることができる。したがって、新しい技術には従来の技術やルールでは対応できないことが多いため、ルールを変えることでうまく対応できる可能性がある。

問 そのルール変更やエネルギー政策づくりも含め、立法府が行うべきとの考えか伺う。

答 欧米では、電力系統の運用の多くは、法律レベルで定められている。日本では、電気事業法や電気設備に関する技術基準を定める省令で定められている。重要なことは、新しい技術に対応するため、ルール変更を一層迅速に行えるよう議論していくことである。

問 再エネの普及に伴い太陽光発電の出力抑制が現在課題となっており、2018年10月には九州電力管内で初めて大規模に行われた。そこで、今後、太陽光発電が増え続けると、他地域でも行われていくのか伺う。また、世界的には出力抑制は一般的であるとの説明があったが、今後再エネが急激に普及すると思われる日本においてどうなっていくのかを伺う。

答 一般論としては、導入量が増えれば出力抑制も当然増える。ただ、講じる対策次第である。現在は出力抑制を2日前に決めるというあり得ない制度となっており、これでは高めの発電量を想定して多めに抑制せざるを得ず、また、多めに抑制した量を戻す方法もなく問題である。このため、例えば発電事業者全

員には無理かもしれないが、リアルタイムで指示が可能な装置を設置してもらえば、指示が直前になる代わりに抑制量は少なくて済むという方法が王道と考える。

問 再エネのダンスパートナーとして火力発電が挙げられたが、世の中の趨勢は火力発電をやめることであり、軒並み諸外国がやめると判断する中で、日本が続けることは難しいと思う。そこで火力発電以外でダンスパートナーとしての役割を果たせる電源について伺う。

答 世界的には、石炭火力発電をやめるとの話はあるが、LNG火力発電をやめる話にまではなっていない。そもそも石炭火力発電は柔軟な運用ができない電源であるため、より柔軟な運用が可能なLNG火力発電やもっと小さいコージェネレーション等、様々なものを集めてダンスパートナーにすることが今後目指すべき道と考える。石炭火力発電と原子力発電はダンスパートナーに適さないと考える。

問 LNG火力発電に研究開発中のメタンプルームを利用した場合、大気中に放出されるメタンガスの地球温暖化係数は9分の1に低減されるとのことであった。しかしながら、LNG火力発電であっても温室効果ガスを排出することには変わりないため、温室効果ガスの排出をやめることが日本の取るべき戦略と考えるが、現実的には、火力発電を使わざるを得ないのか伺う。

答 火力発電をやめるのは困難である。それ以外の手段として、エネルギー貯蔵、あるいは再エネの設備を大量に造り、必要に応じて出力抑制をすれば可能と思うが、それは容易なことではないと考える。

問 火力発電を否定してしまうとメタンプルームの研究開発もやめる話になるので、火力発電をある程度は使いながらメタンプルームの研究開発を進めるべきとの考えか伺う。

答 再エネのダンスパートナーは、蓄電池のコスト等も考えると、火力発電が最も現実的と考える。そうであるからこそ、メタンプルームのネガティブエミッション効果を加味しながら使用していけば、地球温暖化の緩和、抑制につながるものと考えている。

問 太陽光発電には賦課金の問題があり、コストは重視せざるを得ない。再エネ導入促進に伴うコスト負担の問題と、普及推進との均衡をどう図るかという問題について伺う。

答 F I T 導入当初の予想どおり、その賦課金は相当高いものになった。ただ現在は、調達価格を急速に下げているが、安価になり過ぎると今度は導入が進まなくなる。世界的にも補助金をやめると急に導入が減ったり、補助金が出ている期間だけ大量に増えたりということがあるので、上手に均衡を図りつつ着地させることが最も大事である。これに失敗すると、補助金が廃止された途端、既に導入されている大量の再エネが発電をやめてしまい、電源が足りなくなってしまうと非常に大変なことであるので、制度を上手に構築することが必要である。

問 F I T については、いずれ買取費用や賦課金が下がるとのことであるが、現在の国民負担ばかりが大きな議論になっており、将来的な再エネの恩恵について国民に伝える努力が不足しているように思うが、その点について伺う。

答 再エネが大量導入された場合、将来世代がどのようなベネフィットを受けるかについて、コストと同様の時間を割いて更に議論されることを希望する。

問 ベネフィットに関する議論を促進するための具体的な方策を伺う。

答 再エネを含む様々な電源に関する外部コスト、ベネフィット等の定量化に、国のプロジェクトレベルで取り組む必要がある。なぜなら、それに必要となるデータが非常に膨大になるため、研究員、作業員も膨大になるからである。欧米では、数億円から数十億円レベルの予算を割いて、国全体、地域全体で研究を進めているのであり、まずはこうした取組を国が実施し、データや根拠を積み上げることから始めなくてはならない。

問 世界的には再エネが大きく促進されているにもかかわらず、日本では第5次エネルギー基本計画で2030年度の再エネ目標が22～24%と立ち遅れている。その最大の要因は、原子力発電や石炭火力発電に固執し、再エネ割合を増やそうとしないことにある。日本で再エネの導入促進が阻まれる最大の要因を何と考えるか。また、欧州等ではコストとともに便益が意識され投資も進んでいると

のことだが、日本でこういった便益や外部コストが考慮されない、あるいはされにくいという問題の背景には何があるかと考えるか伺う。

答 電源を選択する基準は、外部コストが低く、ベネフィットが出るのであれば、どれでもよい。あるいは、そうなるようにどの電源についても様々な技術革新を行い、それに合わせてルールを変更していかなければならない。誰がどの電源を好むかではなく、様々な考え方があってもよいが、そうした中で共通のルールの下、新たな技術に対してルールを迅速に変更すべきという国民レベルでの議論が日本には少し欠けているものとする。

【メタンハイドレート】

問 メタンハイドレートは、日本のエネルギー自給率が8.3%（2016年確定値）と非常に低いことを考えると、国際環境が変化した場合、非常に可能性が高いエネルギー源となると考える。第三期海洋基本計画は、表層型、砂層型といったメタンハイドレートについて平成30年代後半までに技術的に確立する等としているが、技術的な現況及び商業化に向けた研究開発費の強化に係る国の在り方について伺う。

答 現在国が進めるメタンハイドレートの掘削技術研究に関し、砂層型については既存の石油掘削技術を応用した減圧法で試みられており、数々のトラブルを乗り越えて、着実に研究予算及びマンパワーを投入して進んでいるものと聞いている。それに比べ、表層型は国のプロジェクトとしてのスタートが遅かったこともあり、技術開発はいまだに調査研究の段階であり、回収技術については要素研究、実証研究のいずれも机上検討の段階のため、直接触って取るところにまで進んでいない。このため、現地での取組に向けて更にリソースを割いていくべきである。加えて、メタンプルームは、技術的なハードルが最も低いと考えており、砂層型、表層型、メタンプルームの中では特にメタンプルームについて進めていただきたいと考えている。

問 本調査会が平成31年2月14日に産業技術総合研究所つくばセンターを視察した際に、現在、大変苦勞してメタンハイドレートを採掘しているとのことで

あった。果たして、これが日本にとって新しい有益なエネルギー源になるのかという視点から質問する。2001年から国のプロジェクトとして開始されたメタンハイドレート研究開発は、実用化や商業化に依然として様々な課題が残されている。経済産業省は平成30年代後半に商業化を目指すとの計画を出しているが、技術的に本当に可能なのかと懸念している。そこで、スケジュール的に見てどのように考えているか伺う。

答 平成30年代後半に商業ベースのプロジェクトを立ち上げるとの計画について述べると、表層型メタンハイドレートは、直接触るような掘削技術開発の研究はこれからであり、これを加速するためにも、現地で実際のものを使った要素技術の開発そして実際の産出試験の段階へ早期に取り組む必要があると考える。

問 メタンプルームに係る取組が日本のエネルギー安全保障そして地球温暖化対策にも大変役立つものであることを強く感じた。第5次エネルギー基本計画でも、メタンハイドレート等、日本の排他的経済水域内に眠る資源等の活用が明記されている。一方、メタンプルーム研究は緒に就いたばかりであり、その実用化に向けて、政府も力を入れ取組を加速すべきと考えるが、その早期実現のために重点化すべき支援等について伺う。

答 現時点では、メタンプルームを回収し資源化するための技術開発を対象とした国の予算が付いたプロジェクトはおそらくないので、まずそうしたプロジェクトを立ち上げること、同時に、メタンプルームのコストやEPRに関する試算は、現地における要素試験で得られたデータではなく現在ある技術を基に計算したものであるため、プロジェクトの中でこうした試算についても精度を上げる取組を進めることを希望する。

問 メタンプルームから回収したメタンガスを火力発電所等で利用する場合、既存のLNG火力発電所等の設備改修等は不要か伺う。

答 現時点で判明しているメタンプルームのガスの組成は、エタンとプロパンが少量含まれている可能性はあるが、ほぼ純粋なメタンガスであり、輸入している天然ガスと大きな違いはないため、発電所の改修は必要ない。ただ、仮に生

産量と消費量とのバランスの調整が必要となった場合は、ガスホルダーと呼ばれるタンクを設置する必要があるかもしれないが、基本的な発電所の構成としては、改修の必要はない。

問 メタンプルーム研究では、日本は世界をリードする立場にあると聞いているが、国際的に見た場合、現在、日本の研究水準はどのような位置にあるのか伺う。また、国際的な共同開発や貢献に結び付くような共同研究等の有無を伺う。

答 メタンプルームを発見して、国際会議等で発表したのは、おそらく日本の学者が最初である。その後、海外の論文が着実に増えており、日本よりも米国、カナダ、ドイツといった国の論文が多くなっているが、レベルとしてはまだ日本がリードしており、例えば国際会議は日本人、そしてカナダ人、米国人等の主催で運営されている。国際協力については、ドイツと米国のファンドを使って調査研究を行ったノルウェーの事例があるように、海外では進んでいると思うが、日本と海外との協力はこれからのことである。

問 メタンプルームの実用化の技術的な可能性、実用化に必要と考えられる時間、また、技術革新がなければ実現困難か伺う。

答 メタンプルームの研究開発は、国のプロジェクトが立ち上がるのかは不明だが、先行する砂層型や表層型メタンハイドレートと比べて技術的なハードルはそれほど高くないものと思っており、実現までに要する時間はより圧縮した形でできるものと思っている。

2 政府に対する質疑

これまでの3年間の調査を踏まえ、平成31年4月24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)

【我が国のエネルギー政策】

問 コンピューターは進化しているが、その消費電力を調べてみると非常に大きく、ある意味、かなりエネルギー効率が悪いことが分かる。スーパーコンピューター「京」は、フル稼働させた場合には一般家庭の消費電力の3万世帯分が必要と言われていた。したがってポスト「京」では、もちろん計算能力の向上もあるが、いかに電力を抑えるかが大きなテーマになっている。仮想通貨、暗号資産は、ブロックチェーンの技術を使っており、それにはマイニングという膨大な計算を繰り返す作業が伴う。現在のビットコインの生成によって消費する電力は、既に全世界の消費電力の0.5%を超えていると言われており、様々なことが起きている。例えば、コンピューターは計算すればするほど発熱するため冷却が非常に重要なことから、冷却コストを下げるためには、マイニングに使用するコンピューターは一般的には北極に近い北欧などに設置するが、その結果、その地域の電気需要が一気に上がり、地域の電力が不安定になるといったことも起きている。自動運転についても、レベル3の自動運転のためには現行の車の約5倍の電力が必要と言われており、走れば走るほど電気を使用する。将来は、確かに効率化されてエネルギーが減る分もあるものの、便利になるということで様々なことが始まっており、むしろ増える可能性もある。こうしたことを考えると、変動リスク、すなわち様々なことが起きるリスクを考える必要がある。2030年エネルギーミックスの考え方においては、この不確定性に関しては、ほとんど議論されていないと感じる。そこで、不確定性の発生に対してある程度トリガーを決めておき、それを超えた場合は2030年を待たずに計算し直すことや、モニタリングの仕組みを構築しておくといった観点が必要と考えるが、この点について経済産業省の考えを伺う。

答 2030年エネルギーミックスにおいて、電力需要の見通しは現在と同レベル程度、約1兆kWhを見込んでいる。ただ、AI、IoTの導入や電気自動車の急速な普及、あるいは仮想通貨や自動運転などが広がることで消費電力が増加する可能性があり、万が一の電力需要の急速な拡大に備え適切な供給力を確保しておくことが重要と考える。こうした対応の一環として、現在、需要逼迫の際に調整力となる電源を適切な代価で活用できる容量市場の制度設計を進めている。また、再エネを最大限活用できるように、既存の系統を最大限活用しながら電源の接続量を増やしていく日本版コネクト&マネージなどの対応をしている。更には、供給力に対する投資が減り長期的に過少にならないために必要な対策として、適切な発電設備の確保やネットワークの整備を図りたい。そして、この過程においては適切なモニタリングにも取り組んでいきたい。

問 日本は人口減少局面になるのでエネルギーの変動リスクは少なくなるが、世界は人口増加局面になって、むしろエネルギー逼迫リスクが高く、その逼迫とともに資源自体の価格も高騰し、日本が買えなくなるというコストの面も考えなければならない。そして、コストとして考えるのであるならば、自然エネルギー、例えば太陽光発電などは是非とも進めるべきである。太陽光発電などで生産されたエネルギーは不安定ではあるが、それを用いて水を電気分解して水素に置き換えて使うための研究が進んでいる。ただ、太陽光発電を使うのであれば、日本で行うよりも晴天が続く砂漠の国で行った方がおそらく価格は半分とか3分の1になることから、むしろそこで生産された水素を輸入する仕組みの方が良いと思う。このように、コスト面の不安定さも意識した計画が必要と考えるが、第5次エネルギー基本計画においてコスト上昇の位置付けをどう表しているのか伺う。

答 エネルギー政策の基本的視点は、安全性を大前提に、安定供給、環境適合性、そして経済性すなわちコストを、同時にバランスよく達成していくことであり、そうした原則に従って進めている。現状、開発が進んでいる太陽光発電は導入が加速度的に進む中でコストが下がっている。これに加え、将来的には、水素やメタンハイドレートの利用も出てくるだろうが、現状では非常に高

コストであって、コスト減につながる技術開発、実証を継続し、実用化につながるように、そして、可能な限り国内生産できるように体制を整えていきたい。したがって、コストは非常に重要な視点であると考えており、そういったものの動向を十分に見極めながら対応したい。

問 エネルギー政策については、省エネを含め国民全体で理解を深めていくことも必要と考える。第5次エネルギー基本計画においても国民各層とのコミュニケーションの充実がうたわれているが、これについて経済産業省の取組を伺う。

答 エネルギーに関して国民一人一人に十分理解してもらうことは非常に重要な視点であり、第5次エネルギー基本計画にもその趣旨を記載している。こうした考え方の下、経済産業省としては、エネルギーに関する基本的な情報を、資源エネルギー庁のホームページやパンフレット等、様々な媒体や機会を通じて発信に努めている。具体的には同庁のホームページでエネルギーに関する情報を分かりやすく発信するためにスペシャルコンテンツを設け、再エネ、送電網の整備状況等の解説、さらに、基礎用語の解説などを週2回のペースで更新しており、アクセス数は月10万～20万件程度という状況である。教育の現場においても、生徒や教員が活用できる教材やコンテンツを開発して提供するなど、エネルギー教育への環境整備も支援している。

問 2030年エネルギーミックス達成に向けて、電力自給率の向上、電力コストの削減、温室効果ガス削減が大きな柱と伺った。その中で、第5次エネルギー基本計画では、再エネを、主力電源化への布石として位置付けられているが、2017年度エネルギー需給実績（確報）によると、これまで減少傾向にあったエネルギー消費が初めて増加に転じたとのことである。そこで、このエネルギー需給実績の評価、特に省エネに関して経済産業省の見解を伺う。

答 最終エネルギー消費の動向については、東日本大震災以降ずっと減少傾向にあったが、2017年度は前年度比0.9%の微増となった。これは、活発な経済活動に伴い企業・事業部門で同0.8%増加したこと、家庭部門で厳冬等によりエネルギー消費が同4.2%増加したことなどが要因として挙げられる。一方で、

東日本大震災以降、省エネが相当進み、最終エネルギー消費は毎年数%ずつ低減してきており、省エネは徐々に定着してきていると考える。また、環境適合の面では、エネルギー起源CO₂排出量は11.1億t（2017年度現在）で4年連続の減少となっている。そして、電力コストは7.4兆円で、2030年に9.2兆～9.5兆円に抑制するとの目標に対して低いレベルになっている。また、エネルギー自給率についても前年度比1.4%増の9.6%と徐々に上がっており、一步一步着実に進展してきていると認識している。

問 2030年エネルギーミックスでは原子力発電を22～20%としているが、現状が3%余り、東日本大震災以前の2010年実績26%を踏まえると、2030年度に20%にするには、震災前と同程度の、相当な数の原発を再稼働しなくてはならない。時間的には10年程度しか残されていない中、この期間で原発に対する国民の信頼性を高め安全に再稼働を進め、20%を実現できるとする根拠を伺う。

答 原子力発電22～20%の根拠は、安全性を大前提とした中で、エネルギー自給率の向上、電力コストの抑制、温室効果ガス排出抑制・削減という三つの目標を同時に達成するということで、個別の原発の再稼働状況を積み上げるのではなく、マクロ的な数値としてこの数字を設定した。22～20%の実現性については、原子力規制委員会の審査を経て既存の原発を再稼働させ、平均稼働率を震災前の7割から、8割程度まで向上させ、一部の炉については40年の運転期間を延長することなどに取り組むことで達成可能な水準であると認識している。

問 審査を粛々と進めれば震災前の稼働数に戻ることが可能なのか、原子力規制委員会の見解を伺う。

答 原子力規制委員会は、政府のエネルギー政策に関し答弁する立場になくコメントは差し控える。その上で、原子力規制委員会としては、事業者から提出された原発に係る申請について厳正かつ的確に審査を進めていきたい。

問 原子力規制委員会の審査に合格しても地元の同意が得られてない現状にある。世界最高水準と言われる厳しい基準への適合性を認められているにもかかわらず、地元住民が不安を抱き続ける理由について伺う。

答 原子力については、東電福島第一原発事故を踏まえ、依然として国民の間に

不安感が存在し、社会的な信頼が十分に獲得されていないものと認識している。こうした現状を正面から受け止め、原子力の社会的な信頼性の獲得に向け、国民にきちんと伝わるような形での情報公開や説明責任を果たすことなどが必要と考えており、丁寧な情報提供等によって国民の理解が深まるよう不断の努力を続けていきたい。

問 日本のエネルギー政策が力強いものになっていないのは、やはり原子力に対する長期的な位置付けが不透明だからである。そもそも原子力をどうしていくのか、再稼働、使用済燃料処理、廃炉、新增設などを総括的に、安全性、コストも含め、国論を統一するための作業を国が始める時期に来ている。このままでは、2030年エネルギーミックスの実現は到底無理であり、原子力は縮小していくことになる。そう考えると、原子力の結論を考えるタイムリミットが来始めていると考えるが見解を伺う。

答 現在、政府と原子力事業者が注力すべきことは、安全最優先の姿勢で真摯に再稼働に対応していくことであり、新增設、リプレイスは現時点では想定していない。第5次エネルギー基本計画では、2030年、2050年に向けた方針を示しており、原子力については、使用済燃料を再処理する核燃料サイクル政策の推進等の方針も明記しており、閣議決定を受けた同計画を踏まえしっかりと対応していく。

問 第5次エネルギー基本計画を実際に実行できるかが問題である。高レベル放射性廃棄物の処理も処分先が決まっていないが、そうした点についても実際に決めなければならない時期に来ている。こうした議論を今後10年間で行わなければ2030年エネルギーミックスの実現は到底無理と考えるが見解を伺う。

答 放射性廃棄物の処分に関しては、既に相当量の使用済燃料が存在しており、現世代で発生したものは決して次の世代へ先送りしてはならないとの問題意識から、国が前面に立つということで、科学的特性マップ等を公表し、最終処分についても、一步一步進めているところである。エネルギー基本計画は、記載するだけでなく実行することが重要であり、その実現に向けて最大限努力していきたい。

問 日本原子力研究開発機構の「もんじゅ」や核燃料サイクル工学研究所等でのトラブルが相次いでいる。こうしたトラブルの発生が原子力への信頼感をなくしているということが事実と考える。日本原子力研究開発機構でのトラブルが相次いでいることに対し、所管官庁である文部科学省の見解を伺う。

答 「もんじゅ」や核燃料サイクル工学研究所など、日本原子力研究開発機構においてトラブルが繰り返されていることは誠に遺憾であり、所管官庁として真摯に対応していく。過去のトラブルを受けて実施された原子力機構改革等では、横断的に運営上のリスク把握や分析をし、それを経営判断につなげる意識や仕組みが不十分であること、安全文化醸成活動の効果検討及びフォローアップが不十分であることなどが指摘されており、現在、鋭意改善に取り組んでいるところである。文部科学省としても、日本原子力開発機構における再発防止策を含む今後の安全対策等の改善策が、現場職員とのコミュニケーションを密にすることによりボトムアップで確実に進むよう、引き続き指導監督していく。

問 原子力に係るトラブル阻止のために規制当局として今後必要となる取組について見解を伺う。

答 原子力規制委員会は、東電福島第一原発事故の反省と教訓に基づき、規制機関は原子力の利用を推進する機関とは分離されるべきとの考えの下で設置された組織であり、科学的、技術的な知見から独立して意思決定を行うこととされている。今後も厳正かつ的確な規制を遂行することでこの責任を果たしていく。

問 パリ協定長期成長戦略案では、小型原発推進ということで、小型モジュール炉開発を目指すとしているとの報道があるが、同戦略案における記載箇所を伺う。

答 パリ協定長期成長戦略案の58ページに「実用段階にある脱炭素化の選択肢である原子力については、軽水炉技術の向上を始めとして、国内外の原子力利用を取り巻く環境変化に対応し、その技術課題の解決のために積極的に取り組む必要がある。その際、安全性・信頼性・効率性の一層の向上に加えて、再生可

能エネルギーとの共存、水素製造や熱利用といった多様な社会的要請の高まりも見据えた原子力関連技術のイノベーションを促進するという観点が重要である。こうした取組を進めるに当たっては、小型モジュール炉や熔融塩炉を含む革新的な原子炉開発を進める米国や欧州の取組も踏まえつつ、国は長期的な開発ビジョンを掲げ、産業界は創意工夫や知恵を活かしながら、多様な技術間競争と国内外の市場による選択を行うなど、戦略的柔軟性を確保して進める。」と記載している。

問 脱炭素化のために原発が必要であるとパリ協定長期成長戦略案でも示されている。原子力の利用を安定的に進めていくことは、脱炭素化のためには将来にわたり原発に依存し続けるということか。また、同案で安全性、経済性、機動性に優れた炉の追求の例として高速炉や小型モジュール炉も記されている。政府は一貫して原発の新增設やリプレースは現時点においては検討していないと答弁しているが、小型モジュール炉等の開発を進めていくということは、将来的には新增設を見据えた方針を示しているということになるのではないか伺う。

答 第5次エネルギー基本計画は、原子力について、2030年に向けて依存度を低減し、再稼働を進めていくこととし、2050年に向けては脱炭素化の選択肢の一つとして位置付け、安全炉の追求やバックエンド技術開発に着手することとしている。また、研究開発の技術的課題として、小型モジュール炉や熔融塩炉を含む革新的な原子炉開発を進める米国や欧州の取組を踏まえつつ、多様な技術間競争と国内外の市場による選択を行うなど、戦略的柔軟性を確保して進めるということで、研究開発を進めていくことを記しており、そうした点についてパリ協定長期成長戦略案でも整理されたものと理解している。

問 政府は原子力を脱炭素化の選択肢として掲げ、そのために小型モジュール炉や高速炉開発等を行うこととしているのであり、単なる研究だけの位置付けだけではなく、将来的には、今とは違った小型モジュール炉や他の形を取って、新增設を進めていくということであり、これは可能な限り原発依存度を低減するというものと矛盾するのではないか伺う。

答 第5次エネルギー基本計画では、将来に向けて、再エネ、水素、CCS、原子力など、あらゆる選択肢を追求する野心的な複線シナリオを進める中で脱炭素化を目指すこととしている。

【再生可能エネルギー】

問 脱炭素社会に向けて、再エネ拡大の方向性は紛れもないもので、これは否定できない。そして、再エネは、かつての環境に優しいからというところから、ビジネス面でも非常に可能性があるという方向の中で、世界において随分進んでいるものとする。そうした中、太陽光発電のコストは、日本でもかなり下がってきていると言われながらも、先進地域と比較すると3倍程度の開きがあり、相当大きく遅れている。再エネ拡大に向けてコストを抑えていくことも非常に大きな要因になると考えるが、ここまでコストに差が生じている理由を伺う。

答 再エネは、まずはその技術自体が非常に未熟なため市場規模を広げていかななくてはならない。市場規模が広がればそれに応じて産業も成熟し、コスト競争力も付いてくる。海外との比較については、まずはFITのような制度による導入が欧州で先行して始まったということがある。ただし、再エネは自然エネルギーであるため、自然環境が国によって大きく異なり、太陽光の日射量が非常に多い中東や南米といった地域はより発電量が多く、そうでない地域では少なくなってくる。そして、日本の非常に大きな問題は、国土が狭く、建設コストが非常に高くなり安全も重視しなければならないことである。さらに、FIT開始初期の段階で一気に大量導入されたことから、産業の成熟、基盤整備が追いついていない。こうした複合的な様々な要因の中、政府としては制度的な対応にしっかり取り組む。

問 再エネの普及に当たって、いかにコストを下げていくかが非常に大きな問題であるが、価格目標の設定や入札制度の導入など、再エネのコスト削減に向けた取組の現状と今後の見通しについて伺う。

答 日本の再エネの発電コストは、海外と比べて2倍等々の高い状況にある。こ

れには様々な要因があるが、F I Tの導入如何によって再エネの導入量とコストが決まる部分が大きく、諸外国の例を研究し、いかにして競争力の強い産業をつくっていただけるかの視点で現在取り組んでいる。中長期の価格目標の設定を行うこと、この目標に向けたトップランナー方式で具体的な買取価格を決めていくことなどを順次進めている。大規模の太陽光発電から始めて、徐々に規模要件を緩めて拡大し、同時に洋上風力発電やバイオマス発電など、どこまで競争力のある電源をつくっていただけるかといった取組を進めている。そうした中では、入札が大きな意味を持ってくる。同時に、技術開発を応援すべきとの観点から、太陽光発電の発電効率をより高めるための技術開発を新エネルギー・産業技術総合開発機構や産業技術総合研究所等と進めており、今後期待される洋上風力発電に関して低コストの工法やメンテナンスの手法の開発も進めていきたい。さらに、環境アセスメントを効率的、効果的に進め、プロセスを短縮する方策を、環境省と共に検討していく。

問 2018年の台風21号の際、強風により太陽光発電パネルが損壊したり、パネル自体が飛来して建物や車にぶつかるといった被害もあった。太陽光発電は、重要な再エネである一方で、災害時における安全性の確保が心配される。現在の対応状況や今後の取組について伺う。

答 再エネの主力電源化に向けて、太陽光発電設備の安全性確保は極めて重要と認識している。2018年の一連の災害時におけるパネル飛散等の事故を重く受け止めており、全国の大規模設備について緊急点検を行い、安全上問題となる設備がないことを確認した。また、この3年間で、強風によるパネル飛散を防止するための安全基準の強化や、敷地外に影響を及ぼす損壊事案等についての報告義務化等の対策強化を講じてきた。加えて、誰でも安全に設備を設置できるよう基本的な設備仕様の明確化や、斜面等に設備を設置する場合の追加的な安全対策等について検討を進めているほか、安全性に疑義のある設備に対する立入検査等も実施していくこととしている。

問 再エネ拡大という意味においては、主力電源化を進めたいということ、そして地域との共生が第5次エネルギー基本計画でうたわれている。一方で、大規

模開発を伴う再エネ計画が各地で頓挫している実態がある。この背景には、事業計画の認定や電力会社の接続許可に自治体の同意を不要としていることもあるのではないかと。事業計画が認定され接続が許可されているにもかかわらず、自治体の反対で計画が進まないという事態が各地で起きている。制度的な対応は検討されたと聞いているが、自治体との共存、地域との共存を考えずには前に進まないという意味において、その点の見直しが必要と考えるが、見解を伺う。

答 再エネは、第5次エネルギー基本計画で主力電源化するとしている。そして、この最大導入に当たっては、コストとのバランスを取りつつ、地域との共生も非常に重要な視点である。再エネが社会に長期安定的に定着していくためには、地元住民の理解を得ることが大変重要な要素であることを踏まえ政策を構築していきたい。FITの導入以来、地元住民との間に様々なトラブルが生じていることは承知している。2017年4月に施行した改正FIT法では、円滑かつ確実に実施される事業計画を認定する仕組みへと変更し、これを受け、実施のための細則において、地域住民との適切なコミュニケーションを図るとの努力義務を設けた。この努力義務が満たされない場合、様々な形で指導を行い、地域住民とのコミュニケーションを促進する形をとっている。各自治体によって事情は様々な状況にあることも認識しており、再エネ導入と地域との共生のバランスとをどう取っていくかを考えると、法律で各地域の自治体の同意を取るという形で一律に義務付けることは適切ではないと考えている。一方で、各地域の事情に応じて再エネ導入に関し条例の形でルールを定めている自治体もあり、こうした条例を含む関係法令に違反した場合、必要に応じて認定を取り消すという仕組みを既に導入しており、様々な対応、状況を踏まえながら適切な形で運用を進めていきたい。

問 FITの対象外である地中熱、雪氷熱、太陽熱等の未利用資源エネルギーの更なる活用及び新たなエネルギー源創造の必要性に対する認識、そして後押しするための取組の有無について伺う。

答 日本の最終エネルギー消費は、熱利用を中心とした非電力分野が約半分を占

める。その一方で、再エネ導入が進んでいるのは電力が中心であり、熱を中心とした未利用部分の活用が非常に大きな課題であると認識している。電気の場合はネットワークで様々なところへ大量供給が可能なのに対し、熱の場合は導管網に限界があることから、需要と一体化して地域で開発することが非常に重要になる。こうした観点から、再生可能エネルギー熱のコスト低減に向けた技術開発や環境省との実証事業等を通じ、未来に向けてしっかりと推進策を講じていきたい。

【地球温暖化対策】

問 政府のパリ協定長期成長戦略案における石炭火力発電に係る記載の具体的な内容を伺う。

答 「脱炭素社会の実現に向けて、パリ協定の長期目標と整合的に、火力発電からのCO₂排出削減に取り組む。そのため、非効率な石炭火力発電のフェードアウト等を進めることにより、火力発電への依存度を可能な限り引き下げることなどに取り組んでいく。」といった記載をしている。エネルギー転換、脱炭素化に日本が挑戦していくという方向性でこの記述が盛り込まれている。

問 パリ協定長期成長戦略懇談会の提言が2019年4月2日に公表された。その取りまとめに当たり、石炭火力発電について長期的には全廃に向かっていく姿勢を世界や企業に明示すべきとした座長案が、産業界等の意見により、依存度を可能な限り引き下げるといった非常に抽象的で曖昧な表現へと変わったと報じられている。この間、こういった議論や経緯があって、最終的に現在の政府のパリ協定長期成長戦略案となったのか伺う。

答 同懇談会は合計5回開催され、議事要旨を公開し透明性が確保されたプロセスで議論が進められたと認識している。第4回で、この提言の取りまとめに当たり、懇談会座長より自身のイニシアティブの下で委員と議論を行う旨の発言があり、この方針を踏まえ、忌憚のない意見交換を行う観点から、座長と委員との対話を通じて提言は取りまとめられたと承知している。この間、それまでの議論を踏まえて座長が作成したたたき台を基に、それぞれの委員から様々な

意見が表明されたものと認識しているが、個別の委員の意見についてはコメントを差し控える。

問 有識者懇談会であれば座長はイニシアティブで何でもやっていいということにはならない。各委員の意見については言及を差し控えるとのことだが、国の基本政策を決める重要な懇談会であり、その提言を受けてパリ協定長期成長戦略案のポイントが公表されたのだから、こういった議論があったのかは、国民が知って当然のことと考えるが、その議事録等の有無を伺う。

答 提言の取りまとめに係る経緯の公開予定はない。同懇談会の議論については議事要旨を公表し、そこでは様々な意見が出ているということは示している。

問 日本ではカーボンプライシングの議論はあるがなかなか進展しない。カーボンプライシングを導入することになれば、原発に対する経済的な評価が変わり、厳しく導入すればするほど原発の経済的な優位性が出てくる。しかし、原発についてはコストも大切だが、カーボンプライスまで含めた検討はしていないと聞いている。カーボンプライシングを考えるならば、原子力との兼ね合いも考えていく必要があると考えるが見解を伺う。

答 環境省は原子力規制委員会を外局として所管しているが、原発の評価に関しては3条委員会の独立性の高さを鑑み、発言は控える。カーボンプライシングについては、中央環境審議会の下で議論されているが、原発のコスト評価は行っていない。カーボンプライシングがエネルギーコストにどのような影響を与える可能性があるかをめぐっては様々な見解があり得るところであり、重要な論点であるとは考えられる。

3 委員間の意見交換

これまでの3年間の調査を踏まえ、平成31年4月24日、新たな時代に向けた我が国の資源エネルギー像について、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）

赤池 誠章 君（自由民主党・国民の声）

本調査会3年間の活動全体を通じて感じたことが3点ある。

第1に、資源エネルギー問題は非常に長期的、国際的、技術的であり、高度な専門知識の問題であるとともに、経済活動や国民生活に直結する。このため、国民の理解を広げ、不安を払拭することが大変重要である。政府、専門家が国民からの信頼を高めること及び専門家と国民との連携役が大変重要であり、それには、原子力規制委員会、国会、そして参議院の本調査会も重要な役割を担っている。

第2に、本調査会3年間の与野党での議論で共通し合意できる部分は、日本の強みである科学技術、研究開発を積極的に活用した技術革新であったと考える。これには、再エネを始め、送配電、企業や家庭での効率的使用、AIやIoTを活用した蓄電、再資源問題、また、海外派遣で視察した核融合、自動運転、メタンハイドレートといった様々な要素があり、これらを本調査会3年間の成果として提言を行いたい。

第3に、原発問題については更なる議論が必要ということである。本調査会における原発問題に関する主張には大きな隔たりがあり、四つの立場があると感じている。一つ目は原発の再稼働反対で即時ゼロ、二つ目は原発の再稼働容認だが将来ゼロ、三つ目は原発を再稼働し改修して維持、四つ目は原発を再稼働し新增設まで行う、というものである。それぞれの立場には強い思いと理屈があり、歩み寄り容易でないが、議論の糸口、共通基盤をつくることはできないだろうかと感じている。その共通基盤には三つある。

第1は、水力から石炭へ、石炭から石油へ、石油ショックを踏まえた脱石油の動きから原子力が主流となり、東日本大震災を経た現在、再エネ、脱原発の流れ

が出てきたという日本の戦後のエネルギー選択の歴史に学ぶことである。その面では、一つのエネルギーに依存することなく、エネルギーを組み合わせることが大変重要ではないかということが共通する部分と考える。

第2は、原発は人工的なもので、自然の法則、摂理に反し、人間の制御が不可能との意見もあるが、ガボン共和国オクロ鉱床における天然原子炉の発見によって、原発も自然エネルギーの一つであり、そうであれば人間による制御の可能性が残されていることが見いだされたものとする。その面では、地球温暖化対策の目標達成には、再エネだけでは十分でなく、原発の可能性を残しておくものとする。

第3は、原発問題に研究開発、技術革新の視点が重要であることである。原発は、おおむね第2、第3世代の原子炉であるが、最新の商用原子炉は安全対策が施された第3プラス世代であって、今後は第4世代の中でそうしたものを見据えることが大変重要であるとする。我々は安全でなければ生きられないが、絶対安全はあり得ない。そして、あり得ない絶対安全、危険性ゼロ社会を求める余り、日常生活の負担が大きく、経済活動が停滞し、雇用を失い、生活面に苦しさがあるのでは本末転倒であり、全体像を現実的に見極めることが大変重要とする。

資源エネルギー政策については、改めて、国民の不安を払拭すべく、研究開発、技術革新を進め、原発を含めたエネルギーミックスをしっかりと考えていくことが重要との意見を表明する。

江崎 孝 君（立憲民主党・民友会・希望の会）

脱炭素社会に向けて石炭火力発電をどうするのかは、2019年G20大阪サミットに向けた重要な課題でもあり、パリ協定長期成長戦略懇談会において議論がなされた。新聞報道によると、同懇談会座長の提言案では、石炭火力発電は長期的に全廃に向かっていく姿勢を明示すべきだという内容であったが、同懇談会から提出された提言、そして政府の「長期戦略」案では、いつの間にか違う方向となってしまった。この経緯について政府が明らかにしないという、民主主義国家とし

て大変異常な事態になっている。今回の政府の対応について、このことを指摘するとともに、何らかの対応を取るよう要請する。

さて、2018年7月に策定された第5次エネルギー基本計画が、エネルギー選択を構想する際に常に踏まえるべき点として「原子力については安全を最優先し、再生可能エネルギーの拡大を図る中で、可能な限り原発依存度を低減する」としている認識自体は評価できるものの、他方で、2030年エネルギーミックスにおける原子力の構成比率を、震災前と同様の水準である22～20%としており、原発回帰を志向しているとしか考えられない。

震災後、原子力安全・保安院を廃止し原子力規制委員会を新設し、また、エネルギー基本計画では「原子力政策の再構築」と記載されたが、大事故を起こした原子力の構成比率が相変わらずの水準では、国民の原子力への懸念は解消できるはずはなく、原子力政策の再構築の真剣度が疑われる。さらに、原子力は、高レベル放射性廃棄物の最終処分方法が決まっていないなど、使用後の対応策にも未知な部分が多くあり深刻な問題である。したがって、原発は一日も早く止めなければならない。

次に、再エネについては、地球温暖化問題への対応ということもあって、小水力発電、風力発電、太陽光発電等の導入が進んでおり、それを活用した、地域でのエネルギー自給の取組や地域の再エネを柱としたスマートコミュニティの取組等が広がっている。これまで、電力といえば大きな火力発電所等によるものであったが、時代は変わり、地域ごとに小さな発電所を導入し、その地域で安定した電力需給が実現する世の中になった。基幹的電源である大きな発電所の必要性自体は否定しないが、ダムにおける水力発電の活用も図るべきである。それとともに、地域の取組をいかし育てる観点からの再エネ導入を促進すべきであり、それにより、結果として日本全体の電力の安定供給にも、エネルギー自給率の向上にもつながるため、その導入の促進に取り組む必要がある。

最後に、エネルギー問題の解決に向けた技術革新の必要性についてである。地球温暖化問題への対処と経済成長の両立のためには技術革新が不可欠であり、このことは、再エネ導入や温室効果ガス排出削減といった分野だけでなく、電力の

安定的かつ効率的な供給のためにも、発電所の高効率化のためにも必要であって、そのための研究開発を強力に進める必要がある。ただし、研究開発の成果は現場にいかされなければならない。たとえ原発のフィルターベントが有効と分かっているとしても、取り付けなければ意味がない。したがって、技術革新を実現するための研究開発が重要であるとともに、研究開発の成果の迅速な現場への反映も重要である。

山本 太郎 君（国民民主党・新緑風会）

原子力の発電コストは、他の電源より安価との話に疑義が生じている件について述べる。

大本となる電源コスト試算に問題があれば、エネルギーミックス自体の議論は無意味である。総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループの各電源別コストの試算で、原子力を10.1円/kWhとすることの前提となる事故リスク対応費に関し、東電福島第一原発事故の事故対応費を12.2兆円と想定しているが、民間の日本経済研究センターは事故対応費を総額80兆円を上回るおそれがあると試算している。本当に必要な情報は、原子力を維持するために安価と感じさせるための楽観的数字ではない。厳しい視点でのコスト試算こそが人類史上初の重大事故を経験した我々には必要である。

この他にも、追加的安全対策費を電力会社は1基当たり約1,000億円と見込むが、前記のコスト試算では601億円しか見込んでいない。資源エネルギー庁は、その理由を、東電福島第一原発事故以前に建設された直近4基の建設費用の平均が4,400億円であり、これに追加的安全対策に1,000億円が掛かるが、新設の設計段階で考慮すれば600億円で済むからであるとしている。この説明に対して、設計段階で安全性が高い原発を想定しないという非常に奇妙な試算であるとの疑問が呈されており、現在稼働中又は今後再稼働する原発が低コストとの根拠にはなり得ない。

新設原発の建設費は世界的に見ても高騰している。トルコへの原発輸出では建設費が当初想定の2倍に上る見込みでトルコ側との交渉が難航との報道があっ

た。また、英国の原発新設の案件では、東電福島第一原発事故を受けた安全対策等のコスト増によって総事業費が増大して頓挫した。日本の原発建設費は新設でも安全対策込みで5,000億円と安価であるのは、海外関係の原発事業が頓挫した原因であるコアキャッチャーや二重構造の格納容器等が含まれないからである。原発新設のコスト試算に世界基準の安全対策を考慮しておらず、一層強化されて復活した安全神話が見て取れる。

原発事故収束の方法も時期も見通せない「スリーメルトダウン事故」を起こし、その原因究明もなされないにもかかわらず、世界最高水準との根拠のない気合と便宜を供する企業の既得権益を守り抜く気概だけで、将来必ず発生すると言われる首都直下地震や南海トラフ地震を乗り切るというのであるから大問題である。

政府のエネルギー政策に関わる審議会やワーキンググループの立ち上げ方や運営方法について、参考人より、政府の方針に沿う形で委員構成が決められるとの意見が述べられた。そこで、発電コスト検証ワーキンググループの構成員を刷新し、リアルなコストの再検証を求める決議を、本調査会において行うべきである。

熊野 正士 君（公明党）

私自身は3年目から本調査会のメンバーとなり、現地視察や参考人からの意見の聴取を通じて、日本のエネルギー政策の在り方について認識も新たにしたところである。そこで、3点の意見を述べる。

1点目は、本年が本調査会の最終年であるため、報告を一步踏み込んで、提言を取りまとめたいと考えている。調査会は参議院独自のものであり、参議院の存在意義を考えると、3年間の調査を提言の形で取りまとめると良い。エネルギー政策について様々な意見があることは承知しているが、まずは調査会で共有できる部分から、参議院として意思を示すことが非常に大事なことと考える。

2点目は、技術革新、イノベーションの推進、促進であり、再エネの普及に向けた取組や脱炭素化に向けた取組といったものは、国を挙げて重点的に進め、そ

の研究開発にしっかり取り組むべきであると考えている。

3点目は、エネルギー政策に関する国民の理解をしっかりと深めていくことの重要性である。適切なエネルギー選択にとって、政府による関連情報の開示や徹底した透明性の確保が前提となる。東日本大震災と東電福島第一原発事故の後、エネルギー全体に対する国民の関心が非常に高まっており、大震災直後の電力安定供給に対する懸念から節電への取組が定着し、また、災害時の対応力を高める観点から分散型エネルギーシステムに対する関心も高まっている。これらを踏まえながら、国民のエネルギー政策に対する理解をしっかりと深めていければよいと考える。

儀間 光男 君（日本維新の会・希望の党）

日本のエネルギー政策に関しては、まずは日本のエネルギー政策の経緯を考察し、その歴史的認識の上に立って議論する必要がある。日本のエネルギー政策は、明治維新を境に大きな変貌を遂げ、様々な変遷を経てエネルギーの多様化へとかじを切ってきた。その中で日本の原子力政策を大きく後押しした要因は、1973年の第1次オイルショックであり、それ以降、日本はエネルギー資源を石油に依存するリスクを軽減すべく、石油代替源の開発を進展させた。中でもCO₂を排出しないこと、大量の電力を安定供給できること、また日本のエネルギーに関わる諸問題を解決できるとの判断に基づいて、原子力発電を中心に据え、再エネを活用する方向へとエネルギー政策を修正した経緯がある。

震災前の2010年の電源構成比がLNG29.3%、原子力28.6%となったように、エネルギー構造は転換されてきた。2010年6月の第3次エネルギー基本計画でも原子力発電の積極的な推進が盛り込まれた。しかし、同計画の策定から9か月後に東日本大震災が発生し、多大な原発被害が生じ、原発への安全神話が崩壊し、日本のエネルギー政策を見直すことになった。原発が稼働を停止したため、それを補う火力発電の割合が増加した結果、化石燃料の海外依存度は88%にも達し、地政学上、影響を直ちに受ける度合いが増したことは否めない。

2014年に震災以降最初となる第4次エネルギー基本計画が閣議決定されたが、

前計画と同様に原子力発電の長所を考慮し、安全性の確保を最優先に原発再稼働を正式に決定した。2018年の第5次エネルギー基本計画でも引き続き原発を再利用することが明記された。

日本のエネルギー自給率は、2010年の20.2%が2016年には8.3%へと大幅に低下した。このため、エネルギー自給率の向上は、安全保障上の観点からも最重要課題として取り組む必要がある。

第5次エネルギー基本計画は、2030年の電源構成比で、再エネを主力電源化し、その比率を22～24%に引き上げることを目標とした。その点は評価するものの、再エネの主力電源化を図るには、コスト全体の低減化、相当量の蓄電技術の解決、立地制約の解消、系統安定化対策等の、大きな課題を克服する必要がある。それにより、再エネの経済自立の実現にもつながり、再エネが真の主力電源となり得るものとする。そのため、官民一体の取組を加速させて、再エネの課題を着実に速やかに解決へと導くよう、関係者の尽力を要望する。

政府のエネルギー政策は、国家国民の繁栄を第一義として鋭意取り組んでいると理解している。それゆえ、本調査会におけるエネルギー問題に係る議論は、賛否を論ずるのではなく、将来を見据えて英知を出し合い、より良いエネルギー政策へと進化させることが重要と考える。政府のエネルギー政策に修正や是正が必要と思われる場合は、代替案を提起し、与野党の枠にとらわれずに議論を交わし意見をまとめ、政府に提言する等、存在感のある調査会になることを願う。

山添 拓 君（日本共産党）

日本のエネルギー政策の今後を考えるに当たって、東電福島第一原発事故の被害と再稼働反対の民意を避けて通ることは許されない。原発は一たび事故を起こせばコントロール不能となり、時間的、空間的、社会的に深刻な事態をもたらす、被害が拡大し続ける。その事実を多くの国民が現在進行形で経験しているからこそ、原発再稼働反対の民意は世論調査で一貫して多数を占めている。

ところが、2018年7月の第5次エネルギー基本計画においても、2030年度に電力の20～22%を原発で供給することを目標とした。老朽原発の延命を含めた

既存原発の再稼働だけでは到達せず、経済界が強く求める新增設やリプレースを含め、原発依存度を高めようとするものであって、民意に対する重大な挑戦である。

これまで、政府の挙げる原発メリットは総崩れとなっている。第1に、安定供給に関わる点である。2018年9月の北海道胆振東部地震では、全道の電力需要の半分を担っていた苫東厚真石炭火力発電所の停止に伴いブラックアウトに至った。このことから、大地震で自動停止する大規模集中電源である原発は、電力の安定供給の点で決して他の電源よりも優れているわけではない。第2に、発電コストに関わる点である。原発は安いとすることの根拠とされる2014年モデルプラント試算は虚構にすぎない。なぜなら、原発の新增設計画がなく、新設に係る安全基準すらないにもかかわらず、新設原発を40年間動かす想定で試算されたものであり、原発再稼働の発電コストと異なるからである。増加する追加安全対策費、事故対応費、停止中の維持費、今後の稼働期間と廃炉費用、最終処分費等を考慮すれば、原発は決して安くなどない。それは、経済合理性の観点から輸出が凍結された英国における例を始め原発輸出の相次ぐ破綻からも明らかである。商業ベースで成り立たないからこそ、経済界から国内の原発に係る運転期間延長や支援を求める声が上がっているのである。

政府は、パリ協定に基づく長期戦略案において、脱炭素化を原発推進の口実とする一方、石炭火力全廃の方針を掲げることもしなかった。いずれも産業界の意向を最優先するものと考えられ、しかも議論の経過すら明らかではない。第5次エネルギー基本計画で、原子力と石炭火力をベースロード電源に位置付けていることこそが、世界的な潮流である脱炭素化の阻害要因となっている。パリ協定でCO₂の2030年削減目標に合意しておきながら、国内では石炭火力発電所の新增設を進め、国外の事業へも公的融資等の支援を行い、国際社会から批判を浴びている。IPCCの1.5℃特別報告書を受け、2030年温室効果ガス削減目標の引上げが求められる中、現在の石炭火力発電の計画は、政府の26%削減目標も第5次エネルギー基本計画をも上回る勢いであり、環境大臣のアセスでは是認し難いとの意見にもかかわらず進められているものもある。政策的な抑止が働かないことは

極めて問題であり、実効ある措置を直ちに講じるべきである。世界全体で再エネに必要な毎年30兆円の投資を惜しむと、年間120兆～470兆円もの損害が発生するという国際再生可能エネルギー機関の試算もある。電力コストだけでなく国民全体にもたらす便益と、環境汚染や健康被害、気候変動等の外部コストを具体的に試算して考慮すべきである。

原発再稼働反対の揺るがない民意、脱炭素化、再エネの爆発的な拡大という国際的潮流に正面から向き合うべきである。2018年に国会に提出した原発ゼロ基本法案への調査会委員の賛同を求めるとともに、原発ゼロと再エネの本格導入へ転換すべきことを強調する。

舟山 康江 君（国民民主党・新緑風会）

エネルギー政策に関して2点述べる。

1点目は、本調査会の提言に向けての流れとして、技術革新の必要性については、調査会委員の間で共有されていると思う。ただ、技術革新にはエネルギー問題の解決、環境負荷の低減につながる側面がある一方で、技術の進展に伴い、むしろエネルギーの消費増をもたらすという側面もあることに留意すべきである。例えば、経済産業省は、自動走行の実現によって環境負荷が低減される、CO₂排出も減少させるとするが、一方で、複雑な制御に伴いエネルギー、電力を大量に消費する側面もある。そのため、技術革新の必要性については、こうした側面を考えることなしには議論ができないと考えており、本調査会の提言の中で、そうした側面にきちんと配慮すべきであるということに言及する必要がある。

2点目は、原発についてであり、本日の調査会においても、様々な議論があったが、それに付け加えていただきたいのは、電力3社からテロ対策施設の設置が間に合わず、再稼働ができない可能性があるとの報告がなされた、と報じられたことについてである。自然災害リスクについて考えるのは無論のこと、テロ対策も、起きるかもしれないこととして考えなければならない。こうした側面からも、原発の是非、実現可能性を考える必要があり、今後も議論を希望する。

第3 提言

本調査会は第192回国会（臨時会）の平成28年9月26日に設置されて以来、3年間を通じた調査テーマとして「新たな時代に向けた我が国の資源エネルギー像」を掲げて、精力的に調査を進めてきた。

1年目は「資源エネルギー情勢と我が国の対応」、2年目は「我が国の資源エネルギー戦略」、そして調査の最終年である本年は「我が国資源エネルギーの展望」を調査項目として取り上げた。また、平成30年2月、神奈川県で大規模蓄発電システムや水素実験プラント等の民間の取組を視察し、平成31年2月、茨城県で産業技術総合研究所を視察し、メタンハイドレート調査研究等の実情を聴取し、また若手研究者との意見交換等を実施した。さらに、平成29年9月、フランス共和国、スペイン王国及びモロッコ王国における原子力及び再生可能エネルギーの開発並びに鉱物資源政策等の調査のため、本院から派遣された議員団が、核融合実験炉ITER、電力会社、再生可能エネルギー発電施設、鉱物専売公社等を視察し、平成30年2月14日、本調査会でその概要報告を聴取した。

本調査会においては、この3年間の活動期間中、資源エネルギーをめぐる国際情勢、国内電力事情、原子力や再生可能エネルギー等、各般にわたる議論が行われたところ、本報告に記されているように、個々の施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。

そうした中、資源エネルギーに係る諸問題の解決のため、技術革新の実現に向けた研究開発の強化の必要性については、委員間で意見が一致したことから、以下のとおり提言を行うこととする。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。

人類が今日享受している情報社会は、先人が革新的な技術を積み重ねることによって実現されたものであるが、現在においてもなお、知識や情報の共有あるいは分野横断的な連携において十分とは言えず、社会の様々な問題の解決に至っていない。特に、エネルギーは経済の血液と言われるファンダメンタルズであっ

て、経済面への影響だけではなく、生活にも大きな影響を及ぼすことから、分野横断的な連携が重要であり、そして、3E+Sのバランスがとれたものであることが求められる。

ただ、資源エネルギーを取り巻く環境は以前にも増して複雑化している。例えば、経済成長にはエネルギーを使用し温室効果ガスの排出を伴うことから地球温暖化を招いていることや地球温暖化対策と統合的な太陽光、風力といった再生可能エネルギーは天候等の影響もあり出力が安定しないことが大きな課題である。また、水力、地熱、バイオマスの更なる導入促進、加えて地中熱や雪氷熱、太陽熱等の未利用資源エネルギーの活用や核融合研究等新たなエネルギー源の創造も求められている。

情報社会は既に成熟期を迎え、IoTやAIといった新技術が、電力需要に応じた電力供給の確立や系統容量の空き問題の解消等、人が行うには能力的に限界があった分野へと広がっているものの、複雑化した諸問題の抜本的な解決には至っていない。そこで、各分野で必要となる様々なデータをIoT等が収集し、AIに解析させ、その結果を人が活用するといった新たな価値の実現が必要であり、これによって、例えば、自動車の完全自動運転の実現は、人々の生活の利便性が大いに向上することは言うまでもなく、エネルギー需給の高効率化の実現や温室効果ガス排出量削減にもつながる新たな社会を創出することとして期待される。

ただ、技術革新には、必ずしもエネルギー削減につながらないという不確定性の側面があることには十分な配慮が必要である。また、研究開発の成果は、迅速な社会還元が図られる必要性にも留意しなければならない。

情報社会から歩みを進めて次の次元に到達し、資源エネルギー問題を始めとする様々な問題を解決するためには、その取組における透明性の確保を前提とした上で、社会全体の技術革新を実現することが必要である。そのためには、研究開発それ自体の強化とともに、その基盤である研究人材の育成・確保の取組を強化することによって、技術革新を実現する新たな社会を創出することが必要である。このことは日本経済に寄与することはもとより、世界の経済発展と地球温暖

化問題といった社会的課題の解決に資するものであって、地球規模での経済と環境の好循環を招来する重要性を有するものである。

以下、技術革新の実現に向けて強化すべき研究開発として取り組むべき主な項目を掲げる。

1. 経済発展と温室効果ガス排出量削減の両立

地球温暖化問題の解決は喫緊の課題であり、そのためには、経済発展と温室効果ガス排出の相関を断ち、その両立を実現可能とする研究開発が必要であること。

2. エネルギー分野における I o T や A I 等新技术の更なる活用

エネルギーの効率的利用を実現するためには、スマートメーター等の I o T を用いて収集した電力需給データを A I が分析して最適解を示すこと等を可能とするための研究開発が必要であること。

3. 地域における再生可能エネルギー導入

エネルギーの自給率向上への効果的な取組として、地域の創意工夫を活かせる再生可能エネルギーの導入やスマートコミュニティの取組等を促進するための研究開発が必要であること。

4. 水力発電の更なる活用

環境に優しく安定供給に資する国産エネルギーである水力発電については、各省庁の縦割りの枠を外して全てのダムをエネルギーに利用することや、出力が不安定な再生可能エネルギーの調整力としての活用、さらに小水力発電の導入の促進を容易にするための研究開発が必要であること。

5. 海洋資源エネルギー開発

レアメタル、メタンハイドレートやメタンプルーム等、日本の E E Z と領海に存する国産の海洋資源エネルギーの早期実用化のためには、その探査・回収に必要な新技术等を研究開発する必要があること。