

参議院常任委員会調査室・特別調査室

論題	原子力等エネルギー・資源に関する調査報告 －資源エネルギーの持続可能性－
著者 / 所属	金井千亜紀 / 第三特別調査室
雑誌名 / ISSN	立法と調査 / 0915-1338
編集・発行	参議院事務局企画調整室
通号	447号
刊行日	2022-7-8
頁	28-42
URL	https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rip_pou_chousa/backnumber/20220708.html

※ 本文中の意見にわたる部分は、執筆者個人の見解です。

※ 本稿を転載する場合には、事前に参議院事務局企画調整室までご連絡ください (TEL 03-3581-3111 (内線 75013) / 03-5521-7686 (直通))。

原子力等エネルギー・資源に関する調査報告

— 資源エネルギーの持続可能性 —

金井 千亜紀

(第三特別調査室)

1. はじめに
2. 調査の概要
 - (1) 参考人の意見陳述及び質疑
 - (2) 政府に対する質疑
 - (3) 委員間の意見交換
3. 提言
4. おわりに

1. はじめに

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、3年間を通じた調査テーマを「資源エネルギーの安定供給」として調査を進めてきた¹。

調査の最終年となる3年目は、「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い、令和4年2月2日に「資源エネルギー分野のイノベーション」について、2月16日に「資源エネルギーの安定供給実現への提言」について、4月6日に「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、計9名の参考人から意見を聴取し質疑を行った。さらに、これまでの3年間の調査を踏まえ、4月20日に政府から説明を聴取し質疑を行うとともに、報告の取りまとめに向けた委員間の意見交換を行った。そして、6月3日に「原子力等エネルギー・資源に関する調査報告」を取りまとめ、議長

¹ 1年目は「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日に中間報告書を議長に提出した。また2年目は「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日に中間報告書を議長に提出した。なお、本調査報告の全文は、参議院ホームページに掲載されている。〈<https://www.sangiin.go.jp/japanese/chousakai/houkoku/dai12ki/shigen2022.pdf>〉（URLの最終アクセスの日付は令和4年6月15日）

に提出するとともに、6月8日の本会議において宮沢洋一調査会長がその概要を報告した。
なお、このほか「原子力問題に関する件」について調査を行った。
以下、「原子力等エネルギー・資源に関する調査報告」の概要を紹介する。

2. 調査の概要

(1) 参考人の意見陳述及び質疑

ア 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）

(ア) 参考人の意見の概要

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

各国がカーボンニュートラルに向けて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。その後の具体的な動きに、グリーンイノベーション基金事業²の積極的な進行がある。

再生可能エネルギー由来の電力（再エネ電力）の普及については、既に1日の電力需給のバランスは昼間に供給過剰で、今後再エネ電力が増えると更にバランスが崩れるため、その平準化が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次世代型のペロブスカイト太陽電池³の研究開発が進められているが、耐久性に大きな課題が残っている。再エネ電力の普及に向けた平準化の解決については、日本は非常に狭い島国で電力ネットワークに限界があることから、蓄電システムが必須になるが、新たにシステムを作るのはコスト的に非常に厳しい。一方で、リチウムイオン電池は、2030年には全世界で1,400GWhが電気自動車（EV）のバッテリーとして普及すると予測されており、このこと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する。そのため日本での普及がこのうちの10~15%になれば、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。

また、再エネキャリア⁴については、水素、アンモニア、e-fuel⁵が検討されている。将来どれが本命としてカーボンニュートラルに貢献できるかが、一番のポイントとなる。

さらに、ネガティブエミッション⁶の具体的な技術の一つに、光合成の高効率化がある。一般の光合成の効率は約1%だが、数%から約10%まで上がれば、がらりと様相が変わってくる。もう一つはCO₂の天然鉱物固定技術である。地球上で最も多い岩石である玄武岩はCO₂を吸収する力があり、地表での反応は終わっているが、眠っていて未反応な玄武岩をうまく活用することで大気中のCO₂濃度低下が可能になる。

イノベーション創出に向けた研究開発には国際協調が必要であり、これは日本主導の形でなければならない。また、イノベーションにより日本が豊かになる必要がある。カー

² 2050年カーボンニュートラルの実現に向け、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に2兆円の基金を造成し、10年間、研究開発・実証から社会実装まで継続して支援する事業。

³ ペロブスカイトと呼ばれる結晶構造の材料を用いた太陽電池。

⁴ 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もの。

⁵ CO₂と水素を合成して製造される合成燃料のうち、特に再エネ由来の水素を用いたもの。

⁶ 大気中のCO₂を回収・吸収し、貯留・固定化すること等で、実質的にCO₂排出量をマイナスにすること。

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、2050年には少なくとも15～20%が日本の貢献によるという形を作り上げないといけない。さらに、海外では職業交渉人が全責任を負って、国益に沿うよう国際的な規格やルールを決めていくが、日本はこれができるおらず、リチウムイオン電池の規格化等で相当損をしてきた。国際ルールで各国の国益が衝突した際にうまくまとめ上げる人材を育てていくことが求められる。

早稲田大学理工学術院教授 関根 泰 参考人

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、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すると、数十年、ほぼ姿形を変えずに残る。キャップ、フィルム等はそれぞれ別の材質で、一つの材料にすることは便益の上からできておらず、これは社会システムの問題として考える必要がある。もう一つは、自然と人間が織り成す循環である。大気中の窒素を集め、石油化学で作られた水素と反応させて肥料を作り、農作物を得て、最後は自然界に排出するサイクルがある。自然と人間、工業と天然物が複雑に入り交じるのが炭素、酸素、窒素及び水素の循環の世界であり、今までは化石資源に頼ってきたが、閉鎖系の地球での持続性を担保するには、化石資源からの脱却を考えなければならない。

脱炭素は炭素自体が悪いのではなく、CO₂を化石資源から取り出すという作業が良くない。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重要だが、地表にはそのままエネルギーや物質になるものがほとんどない。そこで、太陽のエネルギーを活用して地上資源を移動体燃料や化学産業の原料へと転換することが喫緊の課題であり、サステナビリティ、カーボンニュートラル実現の鍵となる。

日本の一次エネルギーは、その半分弱が石油で、天然ガスと石炭が各4分の1、残りが再エネ等である。燃料と発電に各4割、化学産業と鉄鋼産業に各1割持ち込まれ、電力セクターに入った4割弱が電気になり、運輸、家庭、業務、産業でエネルギーとして使われ、最後は熱になる。2050年カーボンニュートラルは、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必要となる。現在、政府で議論されているグリーンイノベーションは、炭素、酸素、窒素、水素の循環が重要な役割を担う。

エネルギーや物質の世界での適材適所を考えると、これまでは化石資源が一次エネルギーであった。再エネ時代は、ゼロ次エネルギーが太陽とすると、一次エネルギーは電力、そこから作る水素、合成燃料等が二次エネルギーとなる。ただし、太陽光発電は昼しか発電できず、朝夕は風車が回らない。そこで、水素や合成燃料にする、電池にためるなどが考えられる。すぐ使用する場合は電池や水素がよいが、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、有機ハイドライド、e-fuel、SAF⁷等に変えることが重要となる。また、用途によって電化や水素化の難しさは異なり、使い分けが非常に重要となる。さらに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の回収は既存の触媒化学等で十分に対応でき、コス

⁷ バイオジェット燃料を含む、持続可能な航空燃料 (Sustainable Aviation Fuel)。

ト面をカーボンプライシング等で支援することで可能と考える。

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

C O P 26⁸ではグラスゴー気候合意が採択され、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、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。1.5℃目標に向けた時間の制約を踏まえ、適材適所という観点からのイノベーション及びその実現の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の決定に至った背景には、国連環境計画（U N E P）がこのままでは今世紀末に平均気温が2.7℃上昇すると指摘したことがあった。そこで、カーボンニュートラルの前倒し、各国の2030年の温室効果ガス削減目標の引上げが大きな課題となり、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。C O₂の累積排出量と世界の平均気温上昇がほぼ比例していることは明らかで、温度目標が定まれば、カーボンバジェットと、実質的に排出ゼロにすべき時期は自ずと定まる。67%の確率で1.5℃に抑えるための世界のカーボンバジェットは4,000億tで、残余は非常に少ないとされる。日本のカーボンバジェットは64億～65億t程度で、年間排出量を踏まえれば残余は6年分もない。

世界の裁判所は今、気候変動の影響を人権問題と捉えている。例えば、2019年12月、オランダの最高裁判所は、地球温暖化による気候変動は国民の生命、健康への切迫した脅威で、この危険から国民を守るのは国の責務だとして2020年削減目標の引上げを命じた。企業にも同様の判決が示され、2021年6月にオランダのハーグ州地裁はシェル・グループに対し、C O₂排出を2030年までに2019年比で45%削減するよう命じた。

こうした中でグラスゴー気候合意がなされ、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いる。発電以外での脱炭素の動きも顕在化し、機関投資家や金融機関も後押ししている。また、2021年5月に国際エネルギー機関（I E A）が、2050年ネットゼロに向けて石炭火力発電所の段階的な廃止等を内容とするロードマップを公表した。

こうした動きを受けて、大半の先進国で石炭火力発電所の廃止の流れがあるのに対し、日本の2030年度電源構成における石炭火力比率は19%である。日本には既に48GWもの石炭火力発電所があり、建設中のももある一方で、古い発電所のフェードアウトはなかなか具体化していない。第6次エネルギー基本計画は、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、投資回収の延命策と海外から見られても仕方がない。技術自体も数年掛けて実証実験を始めるというもので課題も多く、アンモニア混焼等を排出削減対策と位置付けるのは日本くらいである。

グリーンイノベーションは技術に偏り過ぎており、やはり既に商用化された技術を活用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。世界の流れを国や地方公共団体がしっかり認め、2030年C O₂削減目標や再エネ目標も見直し、社会的に共有す

⁸ 2021年10月から11月に掛けて英国のグラスゴーで開催された、国連気候変動枠組条約第26回締約国会議。

る必要がある。また、カーボンプライシングは避けて通れない。再エネ拡大に向けた送電網の整備・拡充、発電以外のセクターでの電化促進や、住宅建築物の省エネ強化等も急務である。産業構造転換に伴う労働者や地域社会の転換のための支援が期待される。

(イ) 質疑の概要

参考人の意見を受けて、カーボンニュートラル実現に必要な技術的イノベーションを担う人材に係る課題、海水からの液体炭化水素製造技術の開発状況、国際規格を日本の国益に沿う形で実施するための戦略と人材育成に向けた支援の在り方、窒素循環が限界を超えているという参考人発言の趣旨、再エネ分野における日本の基礎研究のレベルと若手研究者の状況、残余のカーボンバジェットの視点が日本政府に決定的に欠けていることへの所見、カーボンニュートラルに係るイノベーションに向け最も課題のある分野、不買運動など環境問題への国際的な取組と関心の動向、電力システム全体における蓄電技術の可能性、脱炭素社会実現に向けた構造転換のための政治的決断・社会的支援の必要性等について質疑が行われた。

イ 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）

(ア) 参考人の意見の概要

社会保障経済研究所代表 石川 和男 参考人

近年の国内エネルギー政策の動向と情勢の変化として、第1に、東日本大震災以降の原発の稼働状況がある。東電福島第一原発は、地震後の津波で核燃料冷却の電源が壊れ、放射性物質が放出された。以降、原発を忌避する空気が蔓延し、東日本では全く動いていない。大量、安定、安価な電力供給源を止めているために、各方面で影響が出ている。

第2に、固定価格買取制度（FIT制度）の創設に伴う太陽光バブルと乱開発である。創設当初、太陽光発電を中心に買取価格が非常に高値に設定されてバブルが生じた。余りにも乱開発が行われ、約1割の地方公共団体が、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ならない。

第3に、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。太陽光発電や風力発電は、FIT制度で投資回収できるが、大型電源は総括原価方式⁹が廃止となった。安定供給の本当に大事な点を自由化の名の下で忘れかけているように思われる。

最近の国際エネルギー情勢の変化として、天然ガスや原油価格の高騰が挙げられる。今回の天然ガス危機により、日本が、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、どのような改善点を思い起こせるかが勝負となる。

こうした内外の変化による日本の経済社会への影響として、ここ10年で電気料金が約2～4割上昇して生活や産業のコストに大きく響いていること、化石燃料の安定供給の検討を要すること、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、3.11の原発事故や脱石炭等に関する風評に政治が連敗中であることが挙げられる。

⁹ 総原価（＝「適正費用」＋「公正報酬」－「控除収益」）と料金収入が一致するように電気料金を定める方法。

以上を踏まえ、エネルギー政策について提言する。短期的な施策については、第1に、国政が、原発のフル活用で、産業競争力の源泉である電気料金を引き下げる方向に誘導することである。第2に、火力と原子力の電源構成割合を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。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。長期的な施策については、まず、再エネは全部利用することである。余った電力は、蓄電池への充電や、水素に変えて蓄エネをすればよいが、政策資源を傾注するべく、国会が方向性を示してほしい。また、再エネは、このままでは総括原価方式の廃止で投資しにくい大型電源と同じ道をたどるだろう。再エネの主力電源化を標榜する以上、長期の投資回収の担保を考えるべきである。さらに将来的には大量の廃棄パネルが必ず出るため、適切なシステムが必要である。

エネルギー政策を考える視座としては、第1に、感情論抜きに数字で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、日本が再エネ後進国というのは間違いで、水力発電は世界で10位以内、太陽光発電は世界3位である。遠い将来に再エネ等に移行するという政治的標語は掲げつつ、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認識して、中長期的な政策の方向付けを行ってほしい。

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

日本の太陽光の発電能力は世界3位であり、国土面積当たりの発電能力は世界で最も高い。他方、排出係数¹⁰で整理すると、太陽光発電の上位4か国¹¹が脱炭素後進国である。排出係数が小さい順にノルウェー、スイス、スウェーデン、フランス、カナダと続く。これらの国の共通点は、水力発電で、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上げていることである。

日本とドイツの電源構成を見ると、気候や気象により不安定な風力発電や太陽光発電を使用するには、その安定化のため火力発電や原子力発電が必要なことが分かる。日本で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、夜間等の電力需要のために蓄電や水素製造を行う必要がある。この場合、蓄電池や送電線の整備等に係るシステムコストに約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。

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。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、日本で作ると非常に高価格となるため、現在、中国が圧倒的なシェアを握ってしまった。また、EV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位である。日本の基幹産業である自動車産業が危機に瀕しているという厳しい現実を認識する必要がある。さらに、日本はかつて世界一の鉄鋼、粗鋼の生産国だったが、現在、世界の鉄の約半分を中国が生産している。

¹⁰ 1 kWhの発電を行ったときのCO₂排出量を表す指標。

¹¹ 1位は中国、2位は米国、4位はドイツである。

2020年の一人当たりGDPの上位3か国¹²には、多国籍企業や電力多消費産業が興っている。エネルギーが国の経済成長を決め、成長国には世界から投資が集まる。日本は23位であり、強い成長力を持つ産業の育成戦略を構築しなければならない。再エネ分野では、洋上風力発電が重点的な投資対象になっている。遠浅の海が少ない日本は浮体式風力発電に頼らねばならないが、海中の送電を担うケーブルの技術的な見通しが得られていない。こうした設備に国が大きな投資をしてよいか、大きな問題である。

また、再エネが普及する中、気候変動が世界中で停電を起こしている。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、世界で初めて国民投票で脱原発を決めた同国は脱原発政策を破棄した。日本も、2021年1月、電力の7%を供給していた太陽光発電が大雪により2%まで低下すると同時に、寒波で需要が急増し、ガス火力発電の割合が増加して高価格なLNGをスポットで買わざるを得なかった。世界での天然ガス使用の増加により、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。

原発にフィルタベント¹³を据え付けていれば、東電福島第一原発事故の深刻な被害を抑えられた。フィルタベントは高性能化しており、万一、事故が発生しても放射性物質を1億分の1まで減らすことができる。新規制基準によりフィルタベントが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する潮流が生まれ、原子力発電に回帰した欧州には数千人の人材が集まっている。

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

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。国際再生可能エネルギー機関は、2019年のレポートで、従来は石油をめぐる国際政治だったが、今後は太陽光発電と風力発電を中心に、技術と市場を持つ国が力を握るとし、また2022年のレポートでは、グリーン水素¹⁴市場が拡大するとした。電力やエネルギーの構成は容易に変わらないと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。これらのコストは激しい勢いで急落しており、IEAを含む世界の主要機関は、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。

一方で、原子力発電は小型モジュール炉（SMR）等に期待が高まっているが、現実には惨たんたるものである。日本も含め、既に原発の多くは老朽化している。今後は大量廃炉時代を迎え、世界の原子力発電の総発電量は急速に低下していく。安全規制が厳格化し、建造するほどコストは高くなり、しかも巨大化、複雑化している。

日本の太陽光発電の累積設置量は世界3位だが、制度設計の失敗に起因する負の連鎖もある。日本のFIT制度の唯一かつ最大の失敗は、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で買取価格を固定したことである。世界の先行事例に学ばず導入したため、儲かるとして申請ラッシュが起こり、導入後3年間の買取費用がFIT制

¹² 1位はルクセンブルク、2位はスイス、3位はアイルランドである。

¹³ 原子炉格納容器内の圧力を低減させる際、フィルターを介して蒸気を放出することで、放射性物質の放出量を大幅に抑制する設備。

¹⁴ 再エネを使ってCO₂を排出せずに作られる水素。これに対し、化石燃料をベースとして作られた水素はグレー水素、CO₂排出量を削減する手法で作られた水素はブルー水素と呼ばれている。

度に伴う現在の国民負担の半分以上を占めることとなった。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で、今は政策自体が混沌としている。一方、中国は2030年までに太陽光発電を250GWから900GWに、米国は100GWを5.5倍に増やすとしている。日本は65GWを120GWとする目標も小さいが、恐らく80GW～90GW程度にとどまること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の拡大が重要で、蓄電池や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する必要がある。

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、世界は既に、太陽光発電と風力発電を中心とする電源を系統が柔軟に受け取る考え方に変わっている。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、AIによるリアルタイムの需要側管理等で自然変動型電源を吸収するものである。

再エネ政策の見直しを二つ提案する。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。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、昼間にためた電気を逆流して電力会社が買い取ることで蓄電池も普及できる。これは需給調整上もメリットがあり、市場安定化にもつながる。もう一つは、豪州で始まっているコミュニティ蓄電池¹⁵で、非常に効果的と考える。

太陽光発電のコスト低減は、民間に加え、規制側も努力が必要である。米国は国主導で規制を合理化し、インターネット活用による許認可手続の短縮等が行われている。

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である。日本は相当立ち遅れており、日本の自動車産業の行く末を非常に心配している。モビリティ化は雇用に多大な影響を及ぼすため、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。

(イ) 質疑の概要

参考人の意見を受けて、国民のエネルギー政策の理解は瞬間的・表層的にとどまらずより深いレベルである必要性、核のごみを含むコスト等の原発に係る情報公開が不十分との考え方への所見、需給バランスの確保や周波数安定等電気の質の担保に向けたエネルギー政策の方向性、再エネのコストや環境負荷等への否定的見解に対しトータルとして優れているとの所見、1979年のスリーマイル島原発事故後20年で原発稼働率を回復させた米国国民の合意形成に係る知見、放射性物質が外部に拡散すれば完全には抑えられない原発事故の異質の危険性への所見、小型原発を含む原発は再エネと比較して電力の安定供給に資するのにかに係る所見、水力発電の有効活用の必要性及び導入伸び悩みの原因等について質疑が行われた。

ウ 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）

(ア) 参考人の意見の概要

¹⁵ 蓄電池をコミュニティ単位で導入し、近所で電気を融通し合えるようにするもの。

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

2021年後半以降、原油、欧州の天然ガス、アジアのLNGスポットの価格等が大幅に上昇しているが、こうした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、まず、新型コロナウイルス感染症の影響で相場の反動が非常に大きかったことがある。また、個々のエネルギー関連企業が経営の効率化等を図る中で需要増への即応余力が減少していた点が重要である。さらに、各国の電力需給の逼迫は風力発電や太陽光発電の不調が契機となった。これは再エネ自体の問題というよりは、全体として即応できる供給余力の不足で起きた。そして、そこに今般の地政学リスクが加わった。

これにより原油価格は高騰しているが、今回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。ロシアは、世界の石油輸出の11%、天然ガス輸出の4分の1を占めており、今後、欧米側の経済制裁によるエネルギー取引の制約やロシアのエネルギー輸出停止等が起これば、世界のエネルギー市場はますます混乱に陥る。

これを踏まえて考えると、まず、石油には供給支障等に即応できる代替供給源があり、一つは中東産油国の余剰生産能力、もう一つは消費国の石油備蓄である。しかし、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おり、ロシアの供給が減少・停止すれば、消費国が取り合うことになる。

ロシアにエネルギーを依存する欧州では、エネルギー安定供給と安全保障の確保のため真剣な取組が始まっており、その柱は四つある。第1は、ロシア依存度の低減である。脱炭素に向けた再エネや省エネの推進に加えて、原子力発電を活用するとともに、化石資源供給源の分散化を図っている。第2は、緊急事態への対応能力の整備である。石油ならIEA等と消費国との連携による備蓄放出、LNG、天然ガスなら最も需給が逼迫する地域・国へ供給を振り向けること等、各消費国の協力が鍵となる。第3は、供給力や供給余力の確保に向けた投資である。第4は、安定的なベースロード電源の価値の再確認であり、フランス等で原発の新設計画等の動きもある。他方、原発は、ウクライナ危機で発生した原発への武力攻撃という暴挙を新たなリスクとして考えた上で議論していく必要がある。

ロシアからのエネルギー禁輸を打ち出した米国、カナダ及び英国はエネルギー自給率が非常に高い。ドイツやイタリア等は、エネルギー自給率は低く、ロシア依存度は高い。日本のロシア依存度は天然ガス9%、石油4%で、英国と同様の水準だが、エネルギー自給率が非常に低い中でロシア依存である点はしっかりと考えるべきである。

EUが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とは、脱炭素化の取組を更に強化することでロシア依存脱却を早急に目指す野心的な計画である。加えて、天然ガス備蓄に対する義務や共同購入の検討等、これまでになかった取組が始まっている。欧州はエネルギー入手不足への懸念が非常に大きく、強力な政策を取らざるを得なくなっている。

今般の危機で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中で、ビジネスの継続リスクを踏まえ、欧米の主要企業が相次ぎロシアから撤退し、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、日本は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。1970年代以降、自主開発を重視し、中でもサハリン1及び2は成果を上げた重要な拠点である。かつてイランのアザデガン油田開発から撤退した日本に代わり中国が参入したことを我々は記憶している。今後、ロシアからの撤退がテーマとなっても、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

ロシアのウクライナ軍事侵攻の背景について、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）の東方拡大をめぐる米露の確執である。ウクライナのNATO加盟がロシアのレッドラインだと明確に示されていたにもかかわらず、2008年に米国は、ウクライナ等のNATO加盟プロセス開始を提起した。最終的に開始はされなかったが、将来、加盟に同意するとの文言が残された。その後、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た。翌年のミンスク2合意で一旦収束したが、停戦和平交渉は膠着状態に陥った。2021年、ロシア軍のウクライナ国境への大規模集結を受けて米露首脳会談が行われ、欧州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設置が合意された。ロシアは、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等を求めたが、米国はロシアの安全保障に一定の配慮を示しつつも、法的拘束力のある保証は拒否した。2022年2月24日、ロシアはNATO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、もはや一線を越えたとして特別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。同大統領は2020年6月に第二次世界大戦に関する論文を執筆し、また2021年7月のウクライナに関する論文では、現政権は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と、その正統性に疑問を呈した。また三つ目として、ロシア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。

次に、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う。米国とEUはロシアに更なる経済制裁を科しているが、今のところEUの経済制裁にエネルギーは含まれず、当面、天然ガス輸入は継続せざるを得ない。中長期的にはロシア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、ロシアは、中国との戦略的、経済的な関係を深めており、米国とEUの経済制裁により、中国への依存度を一層高めざるを得ない。中国はロシアを直接非難しておらず、国連の非難決議も棄権し、経済制裁も科していない。中長期的な戦略を考えると、中国は、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する可能性が高い。

日本とインドの対応は微妙に分かれている。2014年以降、ロシアは米中対立時代を見据えインドとの協力関係を強化してきた。また日本との協力関係の強化を通じ、米国にも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、中国のロシアへの過度な接近は回避したいとの思惑

から、ロシアへの戦略的関与を行ってきた。今般、日本は厳しい制裁を科したが、インドは経済制裁を科さないばかりか、特に石油の取引を増やし、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。日露関係は、露中関係の更なる深化と相まって長期的な低迷期に突入する可能性が高い。ただし、制裁対象外のロシアでの権益は、日本が手放しても中国やインドが取得し、制裁の効果が限定的になる可能性が高く、エネルギー安全保障の観点から、維持すべきである。

立教大学経済学部教授 蓮見 雄 参考人

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、エネルギー政策を非常に強化している。現在は欧州グリーンディールに取り組み、産業界全体を総動員してグリーンビジネスを展開する戦略を打ち出している。EUのエネルギー政策は、2006年及び2009年のウクライナとロシアとのガス紛争を契機として、EUとして実施可能なエネルギー政策がリスボン条約に規定されて格段に強化された。

再エネのコストは、この10年間で10分の1に下がり、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。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、欧州の主権に関わるとしている。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の実現性が曖昧だったため市場に不安が広がり、2021年秋のガス価格高騰につながった。今回、ガスや石油の価格が更に高騰したことで、様々な議論が出ている。さらに、欧州グリーンディールは移行経路が重要である。温室効果ガス排出量の大きい3部門のうち、輸送部門と工業部門のCO₂削減は進んでおらず、実現が疑問視される。発電部門では風力発電と太陽光発電により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容易ではない。

EUの2050年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、石油やガスを減らす、特にガスはほぼ不要と見込まれている。これが実現すれば脱ロシアを考える必要もなくなるが、実際は2021年秋に風力発電が不足してガス火力発電が必要となった結果、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。

欧州が頼りにする米国産LNGの輸入は、2022年3月のEU米国共同声明で、2022年に150億m³を供給する努力が明記されたが、これは過去の実績より少ない。また、米国のガスは、価格次第で販売先が決まるため、必ずしも当てにはできない。さらに、グリーン化を推進すべきとの議論もあるが、バッテリー、風力発電設備等の大半がCRMs¹⁶に依存している。これらは既に価格が高騰しているとともに、EUは44%を中国に依存している。このようにグリーン化は中国依存につながる可能性がある。

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が、2010年以降、急速に増加しているが、この背景として、石油や天然ガスのパイプラインをアジ

¹⁶ クリティカル・ロー・マテリアルズ (Critical Raw Materials)。レアメタルを含む重要な原材料を指す。

ア向けに敷設してきたことが挙げられる。産業用機械や半導体等の輸入面でも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は逆転している。

国によりエネルギーミックスも自給率も全く異なり、各国の選択肢もおのずと異なってくる。日本は、エネルギーインフラのハード、ソフトの両面で、再エネ利用の条件整備が非常に遅れている。また、原油は中東依存が著しく、原発は有事のリスクもあって新設が難しい状況にあるため、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、日本がロシアと関係を絶つ選択肢はなくはないが、その権益を中国やインドが手にすれば、間接的にロシア支援となり、制裁効果を減じる可能性がある。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。

(イ) 質疑の概要

参考人の意見を受けて、日本が多額の投資をしているサハリン2から撤退して権益を得る国及び我が国への影響、海底油田など日本の資源エネルギーの自主開発の可能性、特定重大事故等対処施設整備の遅延で停止した原発は再稼働するべきとの議論への所見、電源構成やカーボンニュートラルに偏らないエネルギー安定供給の確保を基本とした議論の必要性、エネルギー基本計画に地政学的リスクを織り込む必要性、エネルギー自給率向上・気候危機打開のために省エネと再エネ大量導入を最優先で進める必要性等について質疑が行われた。

(2) 政府に対する質疑

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政府から説明を聴取した。続いて、安定供給最優先及びリアリズムの観点からのエネルギー政策への評価、蓄電池の国内製造能力を2030年までに現在の約5倍にする目標の実現可能性、カーボンニュートラル技術等に係る日本の国益に沿った国際ルール形成の現状認識及び今後の取組、初の電力需給逼迫警報の課題及び今後の対応策、特定重大事故等対処施設設置完了前の原発再稼働に向けて政府が最大限支援する必要性、再エネ新電力支援につき市場価格連動の再エネ由来FIT調達価格制度を見直す必要性、日本の温室効果ガス削減目標が国際的に見て低い水準にあることへの大岡環境副大臣所見等について質疑が行われた。

(3) 委員間の意見交換

3年間の調査を踏まえ、令和4年4月20日、報告の取りまとめに向け、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し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。

3. 提言

資源エネルギーに関する調査会では、3年間の調査期間中、各般にわたる論点について活発な議論が行われ、それを踏まえ、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、以下のとおり7本の柱から成る提言を取りまとめた。

○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るべきである。

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る、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るべきである。

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。

4. おわりに

資源エネルギーの大半を輸入に頼る日本は、資源エネルギーの安定供給が重要な課題である。加えて、自然災害等による電力需給の逼迫への懸念、今般のウクライナ危機等の国際問題による資源エネルギー価格の高騰や流通不安の顕在化など、安定供給確保の必要性は、従前より切迫している。一方で、気候変動対策が世界的に喫緊の課題となっており、温室効果ガス削減に向けた実効性のある取組が求められている。

3年目の調査項目として取り上げられた「持続可能性」は今後の資源エネルギーを展望する際の重要なキーワードである。その実現のためには、本調査報告の提言に示された資源エネルギーの安定供給確保とカーボンニュートラルを、車の両輪として進めていくことが必須である。その際には、適切な情報提供等を通じて国民の理解を得るとともに、成長の原動力となるイノベーションを実現していくことで、国としての新たな成長につなげていくことが欠かせない。また、現在よりもより将来の資源エネルギーを担う人材の育成も重要となる。政府及び関係者は、この提言の趣旨を踏まえた実効性のある施策等を真摯に講じていくことが求められる。

(かない ちあき)