

2021年度 第2回エネルギー講演会
みんなで考えよう!!
明日のエネルギーと原子力



村山 貢司氏 プロフィール

東京教育大学農学部を卒業後、1972年に日本気象協会に入社。1996年に気象予報士資格を第1期で取得。2003年(財)気象業務支援センター、2020年から気象環境研究所主任研究員、気象環境サービス代表。1987年4月から2007年3月までNHKの気象解説を務めた。専門は気象と健康、気象と経済、温暖化と地球環境。主な著書に『体調管理は天気予報で』(東京堂)などがある。



村上 朋子氏 プロフィール

東京大学大学院工学系研究科原子力工学専攻修士課程を修了後、1992年に日本原子力発電株式会社に入社。2005年に(一財)日本エネルギー経済研究所に入所、2011年から戦略研究ユニット原子力グループマネージャー。原子力工学や原子力政策・産業動向、低炭素技術開発動向などを専門に研究を続けている。

一般社団法人九州経済連合会と一般社団法人日本原子力学会九州支部は、2021年10月19日(火)にエネルギー講演会を開催しました。カーボンニュートラル実現に向けた取り組みが加速するなか、地球温暖化の影響や原子力発電の役割などについて、気象予報士で気象環境研究所主任研究員の村山貢司氏と、一般財団法人日本エネルギー経済研究所原子力グループマネージャーの村上朋子氏のお二人に講師としてご登壇いただきました。温暖化がもたらす気象の変化やエネルギーへの影響、日本のエネルギー政策にみる原子力の位置づけなどについてお話があり、92名の参加者が熱心に耳を傾けました。

＜開催概要＞

- ◆開催日時：2021年10月19日(火)13:30～17:00
- ◆開催場所：電気ビル共創館 みらいホール
- ◆参加者：92名
- ◆主催：一般社団法人九州経済連合会、
一般社団法人日本原子力学会九州支部
- ◆後援：福岡県教育委員会、福岡市教育委員会、
福岡経済同友会エネルギー・環境委員会

地球温暖化と異常気象

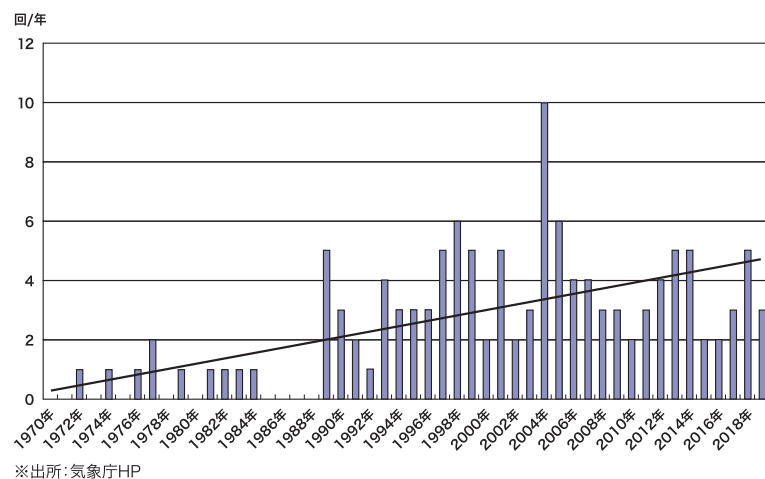
村山 貢司氏

異常気象はもはや異常ではなく、気象災害の発生を前提とした対策が必要

◇日本では死者10名以上の気象災害の発生回数が1980年代後半から急増しています。大規模な災害も増えており、気象庁が名称を定めた事例が2008年から2021年10月現在までの間では10回、このうち九州が影響を受けなかったのは2回だけ。とくに福岡県はここ数年毎年のように記録的な豪雨に襲われており、もはや異常気象という言葉は当てはまりません。

気候は危機的な状況にある

災害をもたらした気象事例



◇2021年8月には九州北部を中心に西日本で記録的な豪雨となり、各地で被害が発生しました。このときの雨雲の様子を見ると九州付近に東西に帯状に伸びる線状降水帯があります。線状降水帯とは発達した積乱雲が帯状に連なっている状態をいいますが、これが同時多発的に頻繁に出るのが最近の特徴です。このときは東海、中国、九州北部で24時間降水量の観測史上1位を更新。特に九州北部の雨量が多く、8月11日から14日までの合計雨量が福岡市で481mm、久留米市は762.5mmで年間雨量の約3.5ヵ月分でした。

この豪雨の際は、東北の北部と北海道を除く日本列島のほぼ全域に大雨や土砂災害に関する警報が出されていました。災害の危険度も高まっており、気象庁が毎回のように命の危険を呼び掛けるほど今の日本は危機的な状況です。こういった災害は毎年起こりうるという認識で対策をし、身を守ることが求められています。

◇2018年は豪雨に加え台風の上陸・接近も多く各地で被害が出た年ですが、7月の豪雨では、東海、北陸、近畿、九州北部まで広範囲で大雨になりました。大雨に警戒を要する期間は4日間に及び、近年は豪雨の時間が長くなっています。この豪雨による被害額は、主に損害保険金で1兆1580億円と過去最大に。公共建築物や道路の補修費なども含めると実際の被害金額はもっと大きくなります。

◇2019年には台風15号で千葉県を中心に記録的な暴風と大雨となり、大規模な停電など大きな被害が発生しています。また、台風19号では東京湾を北上する際に非常に広範囲の山沿いや東北の太平洋側などで大雨となりました。このときの24時間降水量は東北から東海で観測史上1位を記録。19号のあとにも大雨が降り、この2回の大雨で死者・行方不明者は100人を超え、家屋の全壊・半壊は3万棟以上、一部損壊も3万棟以上などの被害が出ました。

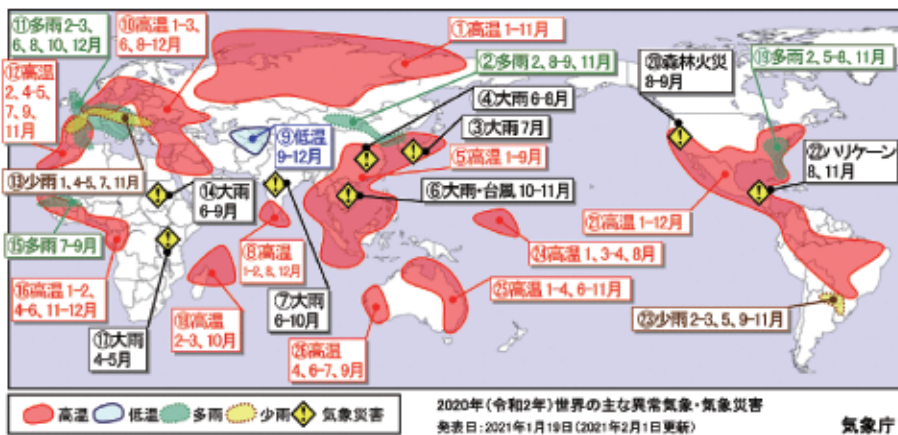
◇問題は以前と洪水の形態が違うこと。通常、洪水は大雨で堤防が決壊し、水が溢れ出して広範囲に浸水被害が起きることを指します。ところが現在ではあまりにも激しい雨が降るため、堤防が壊れる前に一気に水嵩が増し、堤防を超えて低い土地に水が流れ込んでくるようになり、堤防近くで浸水被害が起きています。また、下水処理能力以上の雨が降ることでマンホールから水が吹き出し、川から離れている地域でも浸水被害が起きるようになりました。一方、国土

交通省が管理している堤防の約15%は高さや強度が不足しており、現在の堤防では近年の豪雨に耐えられない可能性が大きく、今まで堤防が決壊したことがない地域でも安心できません。

◇2020年の世界の異常気象を見ると、非常に広い範囲で異常な高温に見舞われています。アメリカはハリケーンで大きな被害を受け、ヨーロッパは干ばつと大雨で農作物に被害が出ました。これにより世界的に食料価格が高騰しています。2021年も各地で干ばつが発生。アメリカ西部での山火事も干ばつの影響です。イギリスでは高気圧に覆われて小雨に加え、風もほとんど吹かない状態となり、電力の約4分の1を担う風力発電量が減少、電力供給にも影響がでました。

世界でもさまざまな気象災害が発生している

2020年の世界の異常気象



※出所: 気象庁HP

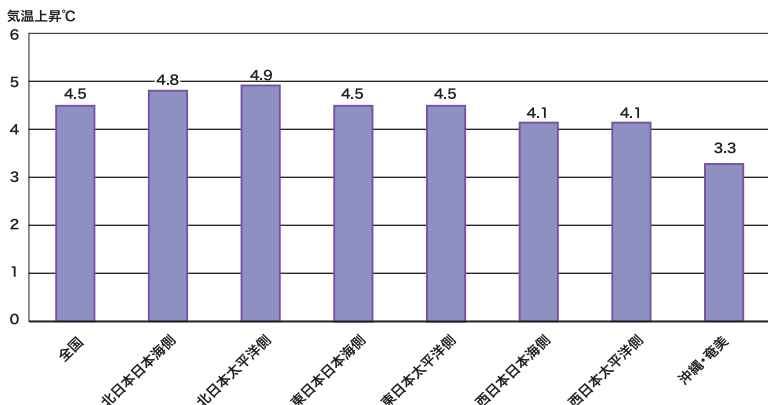
◇日本で豪雨になる要因の一つは海水温の上昇で、九州近くでは25~28℃にもなっています。温度が高い海面からは水蒸気が大量に上がっていき、それが前線にぶつかり大雨を降らせます。また、気温が高くなると空気中に含まれる水蒸気の量が増加し、雨量も増加します。さらに、温かい海面から上がった水蒸気が上空で水に戻るときに大量の熱エネルギーを放出することで、台風が発生、発達します。ちなみに台風発生最大の条件は海水温27℃以上で、極端な話、玄界灘で台風が発生してもおかしくない状態です。

温暖化による気象の変化と今後の見通し

◇現実的に福岡がどれくらい温暖化の影響を受けているか、1980年から約40年間の推移を見ると、1980年代前半に16.2℃だった平均気温は今では18℃に近くなりました。夏日は年間150日近くと3週間以上増加、真夏日は年間70日近くと2週間以上増加。猛暑日はゼロだった年もあった頃に比べ最多では30日に上り、熱帯夜も倍増しています。

南北の温度差が小さくなる?

2100年の日本の平均気温の上昇



※出所: 村山氏資料より作成

◇今後はどうなるのか、2100年の日本の気象予測を見てみます。平均気温は2000年から2100年の間に日本全体で4.5℃上昇。注目すべきは九州に比べて東北や北海道の温度上昇が大きく、南北の温度差が小さくなることです。地球は温度を一定に保つために熱を移動させ、それにより気象が変化しますので、南北の温度差が小さくなるということは気象の変化が穏やかになることを意味します。気象の変化が穏やかになると風が弱くなり、風力発電に影響します。

◇また、沖縄や北海道、東北を除いては年間の雨量が減ることも問題です。一方で豪雨は増加する。年間の雨量が減って豪雨が増加すれば平均的な水資源が慢性的に不足します。将来的には豪雨の心配もしないといけない一方で、水資源の心配もしなければなりません。

暮らしや経済と密接に関わる温暖化の影響と対策

◇こうなると温暖化は暮らしや経済のさまざまな分野に影響します。温暖化は気象災害が増えるから止めるのではなく、私たちの暮らしそのものが成り立たなくなるからこそ止めなければならないのです。

今の日本が抱える問題である温暖化と異常気象、そしてエネルギー、産業構造の変化は密接に結びついています。例えば、温暖化対策として国はガソリン車から電気自動車、最低限プラグインハイブリッドへの移行を目指しています。すでにガソリンスタンドは1994年には6万軒以上あったものが2020年には3万軒以下に減少していますが、全て電気自動車になると自動車産業では最大125万人の雇用が減るとも言われています。またガソリンの需要も2004年に比べて2020年は全国で26%減少し、ガソリン税は年間で3兆4000億円規模から1兆円以上減りました。そうすると財源の問題が出てきます。電気自動車を増やすだけでも、これだけいろんな問題が出てくるのです。



◇国は2030年の温室効果ガス削減目標を46%に引き上げましたが、実現に向けては大幅な省エネを織り込んでいます。家庭部門の削減目標は66%減。基本的にはガスや灯油、ガソリンなどを電気に変えていくことになりますが全部は難しい気がします。エネルギーの電化、電化製品の省エネ性能の向上、電気自動車の普及など施策はいくつもありますが、何をどう進めて66%減を達成するのかわかりません。また運輸部門は35%減を求められていますが、電気自動車は現在の走行距離ではコストがかかり過ぎるなど目標達成はかなり厳しいのが実情です。

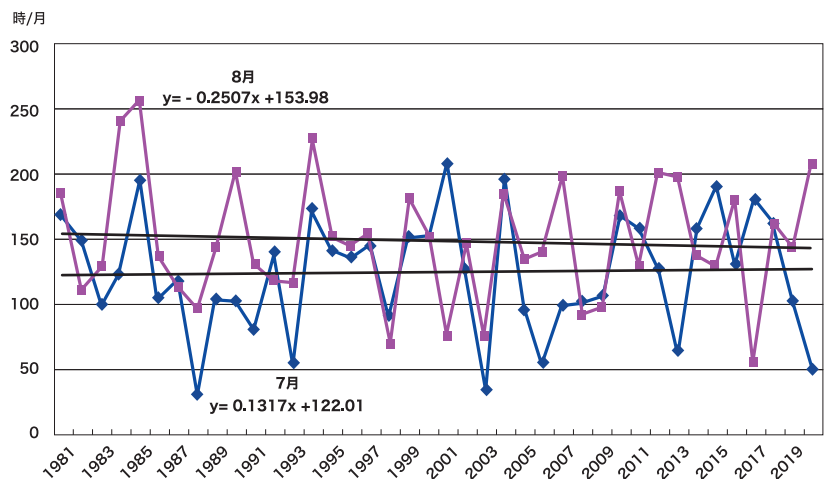
気象による再エネへの影響を踏まえ、電力の安定供給を確保するには

◇温暖化が電力の安定供給に与える影響をまとめると、南北の温度差が小さくなるために風速が弱くなり、風力発電量が減少する、海水の蒸発量の増加により雲量が増え、日照時間が減って太陽光発電量が減少する、降水量や降雪量が減って水力発電量が減少する、など大きな影響があります。

◇日照時間については季節や年ごとのばらつきが大きいことに注意が必要です。東北の仙台の1981年以降の8月の日照時間を見るとわずかに減少傾向にあり、30時間の年もあれば200時間の年もあります。太陽光発電は日照時間で発電量が左右されるため、平均値で発電量の話をして難しい面があることがわかります。

日照時間は季節や年ごとのばらつきが大きい

7月と8月の仙台の日照時間



※出所:村山氏資料より作成

また、7月、8月の平均風速を新潟、福岡のデータで見ると風速が弱くなっています。風力発電は少しの風速の低下が発電量の減少につながりますので、今後はそのリスクが高まります。

◇風力発電や太陽光発電を増やすことはとても大事ですが、増やすためにはバックアップを含めて考えることが重要です。バックアップが100あれば再エネも100まで増やすことができるという考え方。そのためにもバックアップ電源となる火力発電や原子力発電が必要で、いつでも使える状態にしておかなければなりません。そしてそれらのバックアップ設備を維持する費用は結果的に電気代に跳ね返ってきます。

電力の安定供給について、誰が責任をもつのかということも重要です。発電量が不安定な太陽光や風力が増えていく中、その発電事業者に安定供給の責任はなく、送配電会社が責任をとるような形になっていますが、結局は誰も責任をもてないのが現状です。会社運営の面では、ほとんど稼働しない設備を持つことは非効率ですが、それがなければ再エネを大幅に増やせないという矛盾があります。こうしたことを踏まえると、電力の安定供給のためには安全性が確認された原子力発電はベースとして動かし、火力発電も燃料を石炭から天然ガスに変えて活用することが必要だと思います。

◇気象面から見ると、温暖化の進行に伴い天候はさらに不安定になります。日照時間は年間平均ではそれほど減っていませんが、年によっては幅が生まれます。その時にどうするのか。そして、今の生活を続けながらどうやってCO₂を減らすのか。気象面ではいろんな不安があります。2021年1月には九州も含め広範囲で電力需給がギリギリになりましたが、2022年の冬も西日本を中心にかなり寒くなると予想されており、電力供給にとって厳しい気象状況になりかねません。そういったところを含め、国やそのほかの機関を巻き込んだ議論が必要だと思います。

カーボンニュートラルと原子力の役割、 展望と課題

村上 朋子氏

原子力は自給率を高め、電力を安定供給するために導入された

◇まずエネルギー基本計画に見る原子力政策の変遷についてお話しします。エネルギー基本計画は2002年施行のエネルギー政策基本法に基づいて策定されています。2010年までの間に3回改定、2011年3月の福島第一原子力発電所事故後、2014年に第4次計画、2015年に「長期エネルギー需給見通し」が発表され、2018年に第5次計画が策定されました。そして「第6次エネルギー基本計画」がまもなく決定される見込みです。

エネルギー政策基本法はエネルギー需給に関する施策についての基本方針を定めており、エネルギーの安定供給、環境への適合、市場原理の活用という3つの観点を示しています。エネルギー基本計画の3本柱がここにあるのです。

◇そもそも原子力がどういう位置付けで日本に入ってきたのかという原点に遡ると、1956年に「原子力の研究開発および利用に関する長期計画」いわゆる原子力長計が策定されました。第1回長計の文章には「原子力の研究、開発および利用は、我が国のエネルギー需給の問題を解決するのみではなく、産業の急速な進展を可能にし、学術の進歩と国民の福祉の増進をもたらすものである」とされています。このことから原子力導入の目的はエネルギーの安定供給にあったということが出来ます。原子力長計は5～6年おきに改定されていますが、同様の文章は常に入っています。2000年に最後となる第9回の原子力長計が発表されましたが、原子力技術と実績の蓄積、さらに地球環境問題への貢献も書き込まれました。こうして原子力は基幹電源へと成長していったのです。



◇2000年以降は、エネルギー政策基本法に基づき、2003年に第1次エネルギー基本計画が策定されましたが、そこでも安定供給という主旨が繰り返されています。計画は3～4年おきに見直され今に至りますが、その間に福島第一原子力発電所事故が起きたものの、基本的に日本を取り巻くエネルギー情勢は大きく変わっていません。2014年の第4次計画でも、エネルギー資源を海外に依存しているという日本のエネルギー需給の構造的な脆弱性を相変わらず指摘し、地球環境問題にも取り組むことが繰り返し述べられています。なお、原子力のそもそもの位置付けがエネルギーの安定供給にあることは、世界共通の認識と考えられます。

2 2050年カーボンニュートラルを見据えた「第6次エネルギー基本計画」

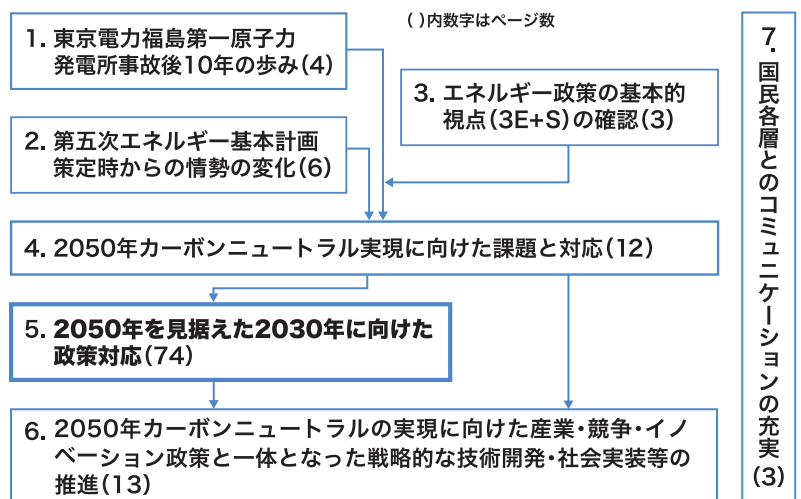
◇「第6次エネルギー基本計画」は、気候変動問題への対応と、日本のエネルギー需給構造の抱える課題の克服を大きな視点として策定されています。福島第一原子力発電所事故後10年の歩み、前回計画からの情勢変化、エネルギー政策の基本的視点である3E+S(安定供給、環境適合性、経済合理性、安全性)を確認した上で、2050年カーボンニュートラルに向けた課題が挙げられています。そして第5章「2050年を見据えた2030年に向けた政策対応」に全体の約6割をあて、各エネルギー分野の課題を詳しく記述しています。

◇原子力に関する記述は不可解で、「可能な限り原発依存度を低減する」とする一方で、産業政策の観点では日本が要素技術で先行する分野として「高い目標を設定してあらゆる政策を総動員する」とし、さらにカーボンニュートラル実現のために「必要な規模を持続的に活用していく」としています。また、「長期的なエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源」とした上で、多くの課題への対応が必要とし、原子力政策の再構築として施策が列挙されています。

再構築の中身を見ると、安全性向上については確率論的リスク評価(PRA)の活用や事業者間における相互の切磋琢磨などが挙げられています。また、使用済燃料問題や核燃料サイクルについては、高レベル放射性廃棄物の最終処分、使用済燃料の貯蔵能力の拡大、放射性廃棄物の有害度低減のための技術開発、プルサーマルの推進、中長期的な対応の柔軟性など、従来の方針の念押しのような施策が書かれています。依存度を低減しつつ、これだけ多くの施策を実現することは難しいのではないのでしょうか。

2050年を見据えた課題が詳述されている

第6次エネルギー基本計画素案の骨格



※出所：総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 第48回資料より作成

◇原子力以外に目を向けると、今回のエネルギー基本計画の中核ともいえる再生可能エネルギーの主力電源化については、2012年の固定価格買取制度(FIT)導入以降、急速に拡大したことを評価した上で、最優先の原則で取り組むとしています。地域と共生する形での事業実施や適地確保、コスト削減や系統制約の克服など課題もあり、更なる普及は簡単ではありません。

また、カーボンニュートラルで槍玉に挙げられる火力発電は比率を引き下げていくことが基本とされていますが、エネルギー政策の基本文書に明言されたのは初めてのことです。戦後の高度経済成長を牽引、安定供給や災害時におけるレジリエンスを支えてきた火力発電の功績を高く評価した上で、当面は再エネの出力変動を補う調整力や安定供給力として必要としつつも、カーボンニュートラルの側面からは比率を下げていくことになります。

今後のエネルギーのあり方についての様々な議論

◇第6次エネルギー基本計画の策定にあたっては、2020年7月から政府の基本政策分科会で議論されてきました。分科会では3E+Sの実現や脱炭素社会を実現するための課題を確認した上で、2030年のエネルギーミックスを議論しています。そこでは、高い目標を立てることが技術開発のモチベーションになるとの認識を共有し、そのためにも科学的な目で実現可能性を見なければならぬとして、テクノロジーニュートラルな姿勢も重視されました。

◇基本政策分科会では2021年8月までに計18回議論されましたが、とくに原子力が話題になった回の議論を一部ご紹介します。原子力は安定供給上重要な電源との認識から、2015年の「長期エネルギー需給見通し」における比率20～22%を維持すべきとして新增設にまで触れた委員や、再稼働を進め、人材、テクノロジー、廃棄物などの問題を解決すべきとした委員がいました。一方で原子力の活用や再稼働は国民の過半数から反対されているという調査を指摘する委員や、原子力の経済効率性を否定する委員もいました。このように原子力の位置づけについては基本政策分科会の中でコンセンサスが得られた形跡はありません。

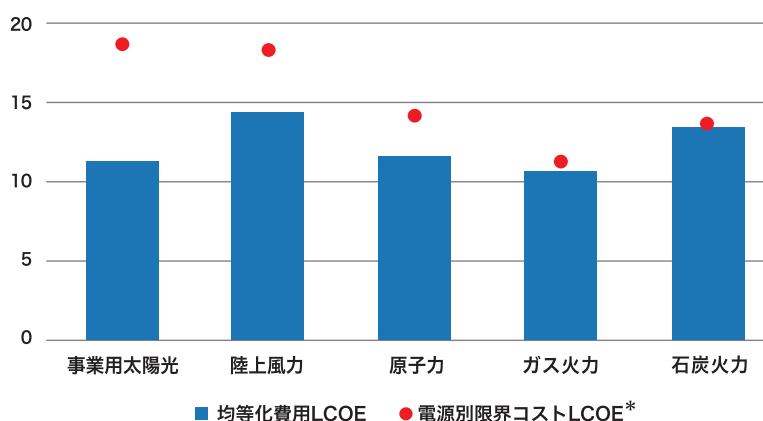
◇一方、各業界団体からヒアリングした回では、太陽光、風力、ガス、電力、石油などの業界団体が意見表明を行い、カーボンニュートラル実現に向けた意欲や課題、要望を述べていますが、各団体の意見に共通して「技術」「人材」「支援」という言葉が多く出てきました。どの業界も技術開発が大事で、それを支える人材も重要。そして国の財政的支援を求めていると感じます。

◇2050年カーボンニュートラルに向けたシナリオ分析も議論されました。2050年の電源構成について、“再エネ100%”、“再エネコストが大幅に低下”、“原子力を最大限活用”、“水素コストが大幅に低下”、“CCUSを活用”、“人々の需要行動の劇的変化”の6シナリオにそれぞれの前提条件を置き、電力コストを試算しています。試算を行った地球環境産業技術研究機構(RITE)は、再エネのコスト低減や原子力の最大限活用は電力コスト抑制に有効であり、これら確立した脱炭素技術を実際に利用することが重要だとし、併せてあらゆる分野のイノベーションへの政策対応が求められるとしています。

◇また、基本政策分科会の下に置かれた発電コスト検証ワーキンググループで電源別の発電コストを一定の前提で試算し、2021年9月に報告書を出しました。2030年におけるコスト(電源別均等化コスト)を見ると、事業用太陽光は前回(2015年)試算より大きく低下しています。一方、この試算は電源単体のコストであり、システムの安定性維持などの電力システムコストが含まれていないという問題があるため、これらを含めた電源別限界コストというものも試算されています。こちらでは火力など調整力のある電源はコストが低く、太陽光など調整力のない電源は高くなり、電源単体でのコストとは電源の競争力が逆転することになります。

電源別発電コストは電力システム全体でとらえる

電源別の均等化コストと限界コスト(円/kWh)



※出所:村上氏資料より作成

グリーン成長戦略は本当にイノベーションをもたらすのか



◇今後の技術革新について「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を見ていきます。2020年10月菅義偉総理大臣(当時)の所信表明演説において、2050年カーボンニュートラルを目指すことが宣言され、グリーン投資の更なる普及、省エネの徹底、再エネの最大限導入、安全最優先で原子力政策を進めるなど、多くのことが述べられました。それを受けて2020年12月に経済産業省が発表したグリーン成長戦略では、2050年カーボンニュートラルへの挑戦を経済と環境の好循環につなげるための産業政策とし、14の重点分野を設定、

それぞれで高い目標を掲げて今後のロードマップが描かれました。また、2050年カーボンニュートラルに向けた、電力部門、非電力部門における温室効果ガス削減イメージも図示されています。

ちなみに2010年に菅直人内閣(当時)が決定した「新成長戦略」でも、グリーンイノベーションによる成長を目指すとして、再エネ拡大や低炭素投融资の促進、安全第一での原子力利用、蓄電池や次世代自動車などの革新的技術開発の前倒しなど、同じような言葉が用いられています。

◇エネルギー関連の重点分野としては、“洋上風力・太陽光・地熱などの次世代再生可能エネルギー”、“水素・アンモニア”、“次世代熱エネルギー”、“原子力”の4分野が挙げられています。例えば風力については、陸上風力は当初導入目標の達成が見込まれるため、2050年に向けて洋上、陸上それぞれにかなりチャレンジングな目標を掲げています。風力には系統制約の克服などの課題があり、洋上風力の主力電源化に向けては規制改革の必要性も挙げられています。

原子力は高速炉や小型炉(SMR)の実用化を目指す

グリーン成長戦略における原子力産業の成長工程表

	~2025	~2030	~2040	~2050
高速炉	民間の多様な技術間競争を促進	国/JAEA/ユーザーによる技術絞り込み	選択	21世紀半ば、運転開始
	国際協力(日仏・日米)を活用した効率的な開発			
小型炉(SMR)	日本企業が海外実証プロジェクトに参画	日本企業が主要サプライヤーの地位を獲得	販路拡大・量産体制化でコスト低減	アジア・東欧・アフリカ等にグローバル展開
高温ガス炉 目標コスト 2050年 12円/Nm ³	HTTRを活用した「固有の安全性」を確認試験	カーボンフリー水素製造に必要な技術開発	カーボンフリー水素製造設備と高温ガス炉の接続実証	販路拡大・量産体制化でコスト低減
	HTTRを活用した国際連携の推進			
	高温熱を利用したカーボンフリー水素製造技術の確立			

※出所:「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(概要資料)」(2021年6月18日)
(注)核融合は省略

◇原子力については、高速炉、小型モジュール炉(SMR)、高温ガス炉、核融合が取り上げられ、いずれについても2040年ないしは2050年に実用化を目指すというロードマップが描かれています。SMRについては国内ではなく、アジア・東欧・アフリカなどにグローバル展開するとしています。確かにそれらの地域にSMR導入を検討している国はあるものの、日本企業がどう入っていくのか具体的には見えていません。なおSMRについては1980年代の原子力長計に当時すでに技術的な確立の見通しをもっていったことが伺える記述もあり、未だに革新技術と言うことに違和感があります。

◇カーボンニュートラル実現に向けては技術革新と様々な課題の克服が必要です。原子力は確立した脱炭素技術であり、電力の安定供給に原子力が果たす役割は変わりません。その点をぜひご理解いただきたいと思います。

▶ これまでに開催したエネルギー講演会の講演録を九州エネルギー問題懇話会ホームページに掲載しています。ぜひご覧ください。

九エネ懇

検索