特集

脱炭素化に向けた日本の針路

第1部 講演

日本は、2050年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにする「カーボンニュートラル」の目標を打ち出しました。脱炭素化社会の実現を目指すうえで、私たちのライフスタイルやビジネスはどう変わっていくのでしょうか。2021年10月12日に開催したエネルギー講演会（主催:北海道エナジートーク21）のうち、第1部講演の内容を抜粋して紹介します（第2部トークセッションは5～7ページ掲載）。

日本の経済と人口を考える

最初に、北海道の将来の人口について話をしたいと思います。主要国のうち、ヨーロッパ27カ国、英国、アメリカ、カナダ、韓国、日本、これらの国は、2050年に脱炭素化を目指しています。日本と主要国の社会と経済では大きく違うところがあります。何が違うかおわかりですか。一つは日本社会の人口減少です。

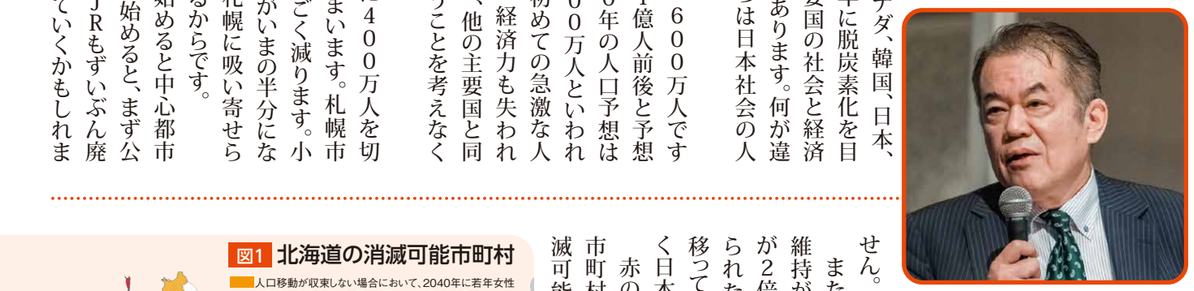
日本の人口は約1億2600万人ですね。2050年の人口は1億人前後と予想されていますが、2100年の人口予想はいまの半分以下、約6000万人といわれています。日本は世界で初めての急激な人口減少社会になっていき、経済力も失われていきます。そういう中で、他の主要国と同じことができるのかということを考えなくてはなりません。

北海道は2045年に400万人を切るぐらいまでに減ってしまいます。札幌市以外の周辺都市はものすごく減ります。小樽市は2045年の人口がいまの半分になると予測されています。札幌に吸い寄せられてくる人がたくさんいるからです。

なぜ人は、人口が減り始めると中心都市に集まるのか。人口が減り始めると、まず公共交通機関がなくなる。JRもずいぶん廃線になり、バスもなくなっていくかもしれません。

また、人が減り始めると、道路や水道の維持ができない。水道は維持できても料金が2倍、3倍になっていく。そうすると耐えられないので、元気のある人は大都市に移っていく。そういう姿が、北海道だけでなく日本全体で予想されます【図1】。

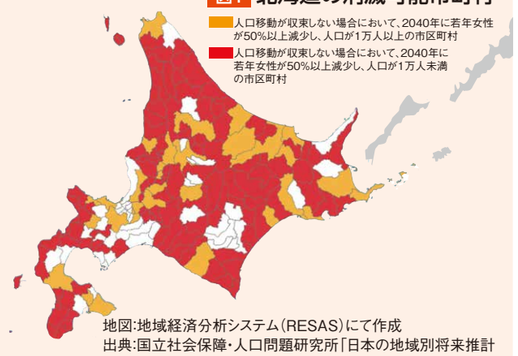
赤の部分は人口1万人未満の消滅可能市町村、オレンジ色は人口1万人以上の消滅可能市町村です。消滅可能市町村とは、20～39歳の女性の人口が25年後、現在の半分以下になる地域です。子どもの数が圧倒的に減っていき、やがてまちはなくなります。これを見ると、札幌や帯広など残る地域はありますが、北海道の多くの市町村はやがて消滅していきます。そうならないようにすることを、われわれは考えていかなくてはなりません。



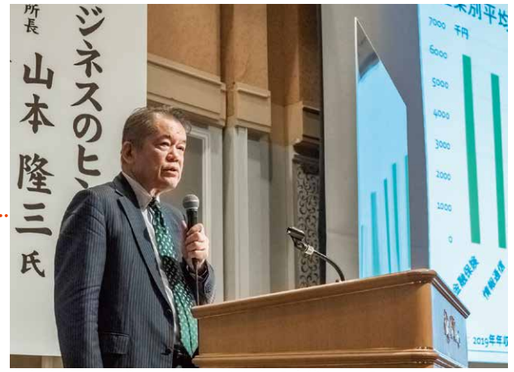
山本 隆三（やまもと りゅうぞう）さん
常葉大学名誉教授
NPO法人国際環境経済研究所副理事長兼所長

気候変動を中心とする環境政策とエネルギー政策の研究者。香川県生まれ。京都大学工学部卒業後、住友商事入社。石炭部副部長、地球環境部長などを歴任。プール学院大学（現桃山学院教育大学）国際文化学部教授、常葉大学経営学部教授を経て、2021年より常葉大学名誉教授。専門はエネルギー・環境政策。経済産業省「国際貢献定量化及びJCM実現可能性調査選定委員会」委員、日本商工会議所、東京商工会議所「エネルギー環境委員会」学識委員などを務めている。月刊誌「エネルギーレビュー」「エネルギーフォーラム」「Wedge」などを通じ言論活動も活発に行っている。著書に「経済学は温暖化を解決できるか」（平凡社新書）など多数。

図1 北海道の消滅可能市町村



地図:地域経済分析システム（RESAS）にて作成
出典:国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」に基づきまち・ひと・しごと創生本部作成



北海道の課題と展望などを交え、エネルギーの今後についてさまざまな視点が提示されました

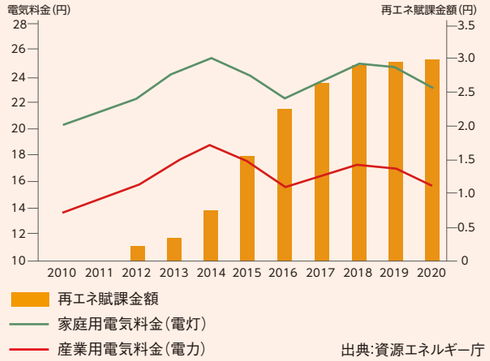
エネルギー価格の家計と産業への影響

日本の平均年収は主要先進7カ国の中で最低です。日本経済が成長していないからです。日本人の平均給与が一番高かった1997年は、平均年収467万円です。2019年は436万円、2020年は433万円。収入が約1割減っています。こんな国は他にありません。この25年間、日本のGDPは増えていません。アメリカはどんどん増え、中国が伸びてきて、日本は世界第3位。世界の中での日本の相対的経済力は、25年間で3分の1になりました。

皆さん、電気料金が上がっているのをお気づきですね。これは2020年までのグラフです。家庭用電気料金のうち、使用電力量によって計算される「電力量料金」の単価は、2010年に全国平均で20円ぐらいでしたが、現在は24円近くです。産業用も上がっています。

単価が上がっている理由は、原子力発電所の停止によるものです。2011年から原子力発電所が止まって、化石燃料を購入するようになってから上がりました。それよりも大きな影響を与えているのがオレンジ色の「再生可能エネルギー発電促進賦課金」です【図2】。

図2 電気料金と再エネ賦課金額推移



出典:資源エネルギー庁

いまや再エネ賦課金は、夫婦とお子さん1人ぐらいを標準家庭とすると、年間1万円を超えるぐらいの負担になっています。

業種によって違いますが、エネルギー多消費型産業は再エネ賦課金対象の電気使用量が多く、額が非常に大きくなっています。製造業では一人当たり年間11万円ぐらい。ということは、再エネ賦課金がなければ、私たちの給料を上げることができるかもしれない。

家計にも影響があります。家計の消費支出の月額は、20年前に32万円でしたが、2人以上世帯平均でいまは28万円ぐらい。支出が1割以上減っています。一方、減っていないのは携帯電話代と電気代。節電しても単価が上がっているから、産業を通して自分の給料にも影響があり、家計にも影響があるのが電気代です。その影響をつくり出しているのが再生可能エネルギーです。

脱炭素の時代をどう生き抜くか

G7サミット（主要先進7カ国会議）では、2050年に脱炭素を実現しようということで合意しています。それで菅前首相は2020年10月、2050年に脱炭素社会の実現を目指すと発表しました。政府資料には、環境問題として脱炭素に取り組めば経済成長があると書いてあります。本当にそうでしょうか。

政府は再生可能エネルギーの発電量を2019年の2倍ぐらい、2023年に増やすと言っています。太陽光はほぼ2倍、風力は5倍以上になります。このようにすると二酸化炭素

※講演録の全文は北海道エナジートーク21のウェブサイトに掲載しています。
http://www.enetalk21.gr.jp/ 北海道エナジートーク21 検索

Special Issue

は減りますが、コストも高くなりがちです。導入すれば投資家は儲かりますが、そこに住んでいる市町村の人は豊かになりません。仕事もありません。そこにメーカーができるかというと、できません。投資するのでなければ、再生可能エネルギーをやっても悲しい結果が待っているだけです。

ではどうするかというと、北海道は観光でかなり豊かになる可能性があります。日本で外国人観光客が一番お金を使っているのは東京、次が大阪、その次が北海道です。ただ、外国人より日本人のほうがはるかにたくさんお金を使っています。日本人全体の収入が増え、その恩恵を受けることを北海道は考えなければならない。

そのために良い方法があります。いま世界中が目指しているのは、電気を使えるものは電気にしていく、電気を使えないものは水素を使うということ。石油や石炭などの化石燃料を輸入しなくなって、電気や水素に換わっていくわけです。その指標は約20兆円です。新しい20兆円の市場ができる。これを取らない手はありません。

小型モジュール炉と北海道の展望

そこで、北海道で水素エネルギーをつくる産業を進めることが非常に有効な手段です。水素をつくって運ぶと輸送費がかかりますし、運ぶために液体水素にするだけでエネルギーがかかります。そうなると、地元でつくるのが一番いい。

例えば、北海道の紙パルプ業や鉄鋼業が水素に換わったときに使う水素の量は、とんでもないことになります。鉄鋼業の水素化だけで最低2000億kWhぐらいの電気の量が必要です。日本の電力消費の2、3割は、鉄鋼業の水素製造のために必要です。これを地元でつくって配ることによって雇用を生み、お金も動きます。

では、どうやってつくるか。小型モジュール炉（原子力）と再生可能エネルギーによる水の分解です。そう言うと、「なんだか原子力は怖い」と思う方もいらっしゃるかもしれませんが、小型モジュール炉はいままでの原子力発電とは違うものです。

これは地元の企業がやらなければなりません。そうしないと道外の資本家が来て、ここに水素製造工場をつくってしまうからです。まず、電力会社が中心になって、早くお金を貯められるようなことをしなければならない。一番簡単なのは、泊原子力発電所を早く動かすことです。電気料金を下げて、小型モジュール炉を進めていくことです。

マイクロソフト社の共同創始者として有名なビル・ゲイツが、温暖化を止めるために個人資産を注ぎ込み、小型モジュール炉の開発に取り組んでいることをご存じですか。

私はコロナの流行寸前の2020年1月にアメリカのビル・ゲイツの会社に行き、研究所を見せてもらいました。小型モジュール炉は、福島第一原子力発電所事故のような電源喪失があったとしても、過酷事故に至る可能性が非常に小さいです。

水素をつくるために北海道で50万kWの原子炉が必要となれば、この小型モジュール炉を5基ぐらい組み合わせて必要な分の電気をつくる。現在の大型炉の半分ぐらいの価格で、コストも非常に安くなります。これから小型モジュール炉の時代になったときに、どう生かしていくのかを考えておかないと、地域は取り残されてしまいます。そうならないようにすることを、われわれは考えなくてはならないと思います。

環境政策とエネルギー政策の両面から、さまざまな話題が提供されました

KEYWORD 小型モジュール炉

小型モジュール炉は「電気出力が30万kW以下の小型で、パッケージ（モジュール）で製造される新型炉」です。小型モジュール炉の特長として、炉心の小型化、受動的安全システムの採用や建設費用の低減を図ることができます。
出典：海外電力調査会「世界の小型モジュール炉の開発動向（2021年10月5日）」

2021年10月12日の「エネルギー講演会」では、第1部の講演（2～4ページ掲載）に続き、第2部で山本隆三さんと松本真由美さんのトークセッションが行われました。内容を抜粋して紹介します。

再生可能エネルギーで地域は豊かになるか

松本　山本先生、第1部のご講演でも触れていらっしゃいましたが、再生可能エネルギーで地域は豊かになれるでしょうか。

山本　再生可能エネルギーで豊かになれるのは、投資する人たちです。再生可能エネルギーは、固定価格買取制度によってつくった電気を決まった金額で買ってくれます。投資する人は設備を安くしたいので、たぶん日本製の高い設備は使わない。これは太陽光パネルで実証されました。日本製もありましたが、みんな中国製を買うので日本のメーカーはどんどんやめていきました。そういうことが再度起こって、日本で風力設備の製造は行わないと思います。

また、雇用も期待できません。太陽光や風力の場合は建設雇用です。難しい工事ではないので賃金の安い仕事になりがちで、建設が終われば仕事は終わりです。また、洋上風力の浮体式だと工事が難しいので、地元の会社は下請けの下請けくらいでしか入れず、建設雇用も大手に行ってしまう可能性が高いのではないかという気がします。

再エネを過去10年間やってきて豊かになった地域はないんですね。豊かになったのは再エネ投資をした人たちですね。その利益を生み出す元は、私たちが払っている電気料金だということを考えなければいけないと思います。

松本　もう1点、質問していいでしょうか。政府は、脱炭素化のカギとして「再生可能エネルギーの主力電源化」を目指しています。北海道は非常に資源が豊かなので、先々、洋上風力発電の導入がされるでしょう。構想段階ですが、北海道から首都圏に対して直流送電を設置するという計画も委員会では挙がっています。これについてはいかがでしょうか。

山本　費用対効果の問題だと思います。それだけの費用をかける価値があるかどうか。例えば、アメリカやヨーロッパは円形の送電網ですが、日本は北海道から九州まで縦に送電線が延びているので、余分なお金がかかってしまう可能性が高いです。

コスト抑制と脱炭素化を両立させるには

松本　産業にとって電気料金は大切な要素ですが、今後、電気料金は上がっていくとお考えですか。

山本　再生可能エネルギーの主力電源化を進めていったら、コストが上がることは避けられないと思います。洋上風力の買取価格は着床式32円、浮体式36円。既存の原子力、北海道で泊原子力発電所を再稼働したら、発電コストは1ケタですね。苫東厚真石炭火力も1ケタで5～6円ぐらいだと思います。それに比べ、洋上風力で32円や36円を消費者が負担しなければいけないわけですから、電気料金は上がっていきます。ですから、われわれが考えなければいけないのは、いかに電気料金を抑制しながら脱炭素を行うかということです。

そういう意味では、再生可能エネルギーの主力電源化は、本当はまずいのではないだろうかと思います。脱炭素の選択肢をたくさん揃えなければいけない。洋上風力だけでなく、バイオマスも原子力もあるでしょうし、そうした多くの選択肢を組み合わせてコストや電気料金を抑制できるかを考えなければ、日本経済はますますひどいことになっていくんじゃないかと心配しています。

松本　いまの再生可能エネルギーの電源割合は、水力を含めて18％程度ですが、「第6次エネルギー基本計画」では、再生可能エネルギーの電源割合について「２０３０年には36～38％を目指す」としています。

また、太陽光発電の導入が急増したことにより、再生可能エネルギーの賦課金が増加している状況ですので、一定規模以上の太陽光発電は固定価格買取（ＦＩＴ）制度を卒業して、電気卸取引市場でのフィード・イン・プレミアム（ＦＩＰ）制度での取引を始めるという方向になっています。また、政府はＦＩＴに頼らない企業や自治体に対する自家消費型の太陽光発電を進めていく政策を打ち出しています。

こうした中、産業への影響を考慮すると、日本の電源構成のあるべき方向性についてはどうお考えでしょうか。

山本　まず、再生可能エネルギー約18％が２０３０年に36～38％になるという目標ですが、これには水力が入っています。水力は約８％で、この数字は変わりません。日本はもう水力発電を開発する余地がないからです。２０３０年以降も水力が８％入っているということは、風力と太陽光を合わせて現在約10％のものが、２０３０年には約30％、つまり現在の３倍にならなければいけないということです。水力はコストが安いですが、風力と太陽光はコストが高いですね。

おっしゃるように、フィード・イン・プレミアム制度あるいは自家消費を進めるということですが、ヨーロッパでも同じ問題が起こっています。これを進めたとしても、太陽光発電はいつも発電しているわけではなく、台風が来たら発電できない。そのときに誰かが電気をつくらないと、工場が操業できないとか、事務所が停電するということが起きます。常にバックアップ設備を誰かが用意していなければいけない。そのお金は、われわれが払うしかないんです。そうしないと停電します。

２０２０年８月、カリフォルニア州で停電がありました。なぜ停電したかというと、日没とともに太陽光発電の電気がなくなったからです。夕方にはみんなエアコンを消すはずだったのに、あまりの熱波でエアコンを消さなかった。それが原因で停電しました。

いずれにしても、太陽光を入れるとなると、バックアップ電源を用意しなければいけない。そのお金をわれわれが払うしかないんです。電気料金は上がるばかりで、いろいろな側面を考えても下がる余地がありません。

再生可能エネルギーは主力電源にはなりませんが、選択肢の一つであるのは間違いないです。コストを抑制しながら、数ある電源を確保して、その中で選んでいく形にしないと、われわれの生活はますます苦しくなるのではないかと思います。

持続可能な地域の未来に向けて

松本　菅前首相が２０３０年温室効果ガス削減目標として、２０１３年度に比べて46％削減を表明しました。これを実現するための経済的な手法についてうかがいたいと思います。

山本 隆三（やまもと りゅうぞう）さん
常葉大学名誉教授
NPO法人国際環境研究所副理事長兼所長
※プロフィールは2ページに掲載

エネルギーの最新動向に詳しいお二人のお話に、来場した皆さんは聞き入っていました

例えば、ヨーロッパでは排出量取引制度や炭素税の引き上げ、国境炭素税などの規制措置により、炭素の排出が緩い国に対してはもっと関税をかけ、経済的な措置を強化する動きが見られますが、こうした環境税の導入は今後、強化されていくと思われますか。

山本　世界的な流れとしては強化されていますが、日本で本当に導入できるかどうかはまた別の問題です。

日本はこれだけ収入が伸びない国で、電気料金を大きく上げるような炭素の値段にするのは難しいだろうと思います。なかなか政権与党としては踏み切れないんじゃないかと思います。温暖化対策を進めるにあたっては、その裏返しでコスト負担が必ず生じて、誰がそのコストを出すかということなんです。

松本　最後に「脱炭素化未来を描くビジネスのヒント」として、メッセージをお願いします。

山本　これからは水素と電気の社会に移行していきます。そうするとお金が必要です。最終的にそのお金は、化石燃料の輸入がなくなるので戻ってきますが、設備をつくるにせよ何にせよ、とりあえず立て替えをしなければいけません。そのためには、北海道の企業に体力をつけてもらわなきゃいけないわけです。北海道の企業が体力をつけられるようなことを、皆さんも考えなければいけない。

原子力発電所をできるだけ早く動かせば、間違いなく体力がつきます。その分、コストも下がります。電気料金が下がることで消費者にも還元されます。そのお金で、北海道の企業が投資をするリスクを取れるようになります。このままじりじり行ったら、将来は真っ暗です。人口が減り、２１００年の北海道には札幌以外、人が住んでいないということになりかねません。それは避けなければならないですね。

できるだけ努力をして、地域を維持することを考えないといけない。再生可能エネルギーもやらなきゃいけないんですが、地域を維持するだけの力、事業になるかというと、残念ながら難しいと思います。10年後の北海道の姿を描きながら、いまからぜひ手を打っていただきたいと思います。

松本　ありがとうございました。脱炭素化を目指すときに、やはり地域の生活、住民の生活、雇用状況などをしっかりと考えなければならないし、そうでなければ本当の意味で持続可能ではないという、非常に意義あるお話をいただきました。

以上をもちまして、トークセッションを終わらせていただきます。

松本 真由美（まつもと まゆみ）さん
東京大学教養学部客員准教授

NPO法人国際環境経済研究所（IEEI）理事、NPO法人再生可能エネルギー協議会（JCRE）理事。
熊本県生まれ。上智大学外国語学部卒業。専門は科学コミュニケーション・環境・エネルギー政策論。大学在学中から、テレビ朝日報道番組のキャスター、ディレクターとして取材活動を行い、その後、NHKBS1で「ワールドレポート」などの番組を6年間担当した。2008年5月より東京大学での環境・エネルギー分野の人材育成プロジェクトに携わり、2013年4月より現職。現在は教養学部での学生への教育活動を行う一方、講演、シンポジウム、執筆など幅広く活動する。2020年9月、共著で「『脱炭素化』はとまらない!未来を描くビジネスのヒント」を上梓。総合資源エネルギー調査会「再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会、産業構造審議会「グリーンイノベーションプロジェクト部会WG1などの委員を務める。

※講演録の全文は北海道エナジートーク21のウェブサイトに掲載しています。
http://www.enetalk21.gr.jp/　北海道エナジートーク21　検索

KEYWORD

洋上風力発電
洋上風力発電は、海洋上に風力発電の設備をつくり、発電する方法のこと。陸上に比べ、より大きな風力を安定的に得ることができ、騒音や万が一の人的被害などのリスクも避けられることがメリットです。イギリスを始めヨーロッパで使用されている洋上風力発電は「着床式」と呼ばれ、水深50mより浅い海域に適していますが、日本では、それより水深の深い海域に適した「浮体式」の研究が進められています。