

## 第2日目「北東アジア地域経済協力—未来に向けて」

### 特別講演

# カーボンニュートラルへ— 現状と課題

国際大学副学長・大学院国際経営学研究科教授

橘川武郎



はじめに、人類が直面する危機について考える。

最大の危機は先進国では地球温暖化であるが、70数億人いる人類から見ると、未だに飢餓・貧困が最大の危機である。世界人口の約9分の1、約8億人が飢餓ゾーンにいられている。これを解決するためには豊かになるしかない。豊かになるにはかなりの化石燃料を使うことになる。

一つデータがあって、今世紀の初めに世界の21億人に電気が届いていなかった。そこに12億人に電気が届いて、未電化地域に住む人口は今9億人になっている。その届いた12億人の電源の76%が石炭を中心とする火力、つまり化石燃料である。したがって、この飢餓・貧困を解決するためには化石燃料を使うことが答えになる。

人類2番目の危機は地球温暖化である。2015年のパリ協定で、産業革命以前に比べ地球の平均温度の上昇を2℃以内に抑えないともう元に戻ることはできないということだ。できれば1.5℃以内に抑えたい。昨年、国連気候変動枠組条約第26回締約国会議(COP26)でもこの1.5℃という方向が確認された。2℃になるとウミガメをはじめ数十種類の種が減びてしまうと言われている。地球温暖化に対する答えは化石燃料の使用を抑えることである。

人類最大の危機に対する答えと人類2番目の危機に対する答えが真逆になっている。これは今を生きる我々が直面する非常に深刻なジレンマだ。最近、胸に円を17等分したカラフルなバッジを付けて

いる方が多く見られる。国連が2015年に定めた持続可能な開発目標(SDGs)、つまり持続可能な開発目標のバッジである。日本ではSDGsというと、通常13番目の気候変動に対して具体的な対応をとることだと思われる方が多い。ところがSDGsには17個の目標があって、その1番目と2番目は貧困・飢餓をなくすることである。つまりSDGs自体が掲げる目標の間で矛盾があることを我々は気にしなければならない。それが端的に表れているのが7番目の目標であるエネルギーである。エネルギーをみんなに、そしてクリーンに、と書いてある。世界の電源の4割が石炭である。2位は天然ガスで2割、その後に原子力と水力で1割ずつとなっている。このような電源構成になっているから、みんなに、と言うと石炭を使わざるを得ない。しかしクリーンに、と言うと石炭を使ってはいけない。このSDGsの7番目の目標自体が矛盾を持っている。ここに今を生きる我々の難しさがあることは直視しておかなければいけない。

我々はそういうジレンマを前にして何ができるだろうか。これが解決になるかどうかは分からないが、少なくとも2つのことは絶対にやらなければいけない。1つは省エネルギーである。省エネルギーとは同じ豊かさを産み出すのにできるだけ少ないエネルギーで済むようにすることである。もう1つは二酸化炭素などの温室効果ガスを出さないエネルギーを使うことだ。具体的には再生可能エネルギーや原子力発電である。ところが原子力発電は使用済み核燃料の問題がまだ解決していないので、優先順位は再生可能エネ

ルギーを使うことになる。省エネと再エネがこのジレンマを解決するためには絶対にやらなければいけないことになる。

省エネルギーについて日本は先進国である。GDPの1単位を産み出すにあたって必要なエネルギーの量で日本よりも効率的な国・地域はイギリスくらいである。EU全体で見ると日本の約2倍、世界平均は約4倍、ロシアに至っては十数倍のエネルギーが必要になると言われている。そういう意味で日本は省エネの先進国ではあるが、よく見るとまだ問題がある。

エネルギー消費には大きく分けて、産業用、運輸用、民生用の3つの分野がある。

産業用では確かに日本は省エネ先進国である。それは経済的な理由からである。1973年第1次オイルショックが起きた時、電源構成の73%は石油火力だった。一次エネルギーでは78%が石油であった。その石油が、1バレルあたり2ドルから8ドルになったのが第1次オイルショックで、8ドルから32ドルになったのが第2次オイルショックだ。これは大変なことで、産業界あげて省エネ・脱石油を必死にやった。

次に運輸用についてである。日本で車が省エネの点で優れるようになったのは90年代からである。今言った原油価格が80年代になると円高もあって下がり、90年代になると1バレル当たり10ドル台までになった。90年代半ばからジリジリと上がり、リーマンショックの2008年の時には1バレル当たり147ドルまで上がった。油の価格が上がっていく中で、車を売るときが一番重要なことは燃費の良さになる。

そこで車を売るという経済的理由から考えて、トヨタのプリウスに象徴されるが、日本の省エネカーが世界を席巻していくことになる。

しかし、問題は民生用である。産業用や運輸用のような経済的なインセンティブがない。残念ながら今、日本の家屋は欧米に比べても断熱性の点で効率が悪いと言われている。民生用の分野では省エネはまだまだ深掘りするところがある。

次に再生可能エネルギーの大幅な拡充について述べる。

再生可能エネルギーには2種類あることを見ておく必要がある。

1つ目は地熱・水力・バイオマスなどの再生可能エネルギーで、これらは変動しなくて稼働率が高いものの、ボトルネックがあるために伸びていくことは期待できない。

地熱は、1位アメリカ、2位インドネシアに次いで日本は世界で3番目にポテンシャルがあるとされている。原子力発電は地震があるとダメだと言われているが、地熱は火山エネルギーだから地震があればあるほど良い。ところが残念ながら2つのボトルネックがあり、大きな物を建てることがない。理由は当然なことだが環境規制が厳しいことである。国立公園、国立公園の中や周辺に適地が集中しているからだ。もう1つのボトルネックは日本には非常に重要な温泉産業がある。この温泉産業の方々の抵抗が強いことだ。今、日本に20数カ所の地熱発電所があるが、温泉が枯れた事例は報告されていない。井戸の深さが違うからだが、温泉業者の方にとっては死活問題であり、この調整が難しい。

水力はもう日本は開発し尽くした。現状、よく日本のエネルギー自給率が低く6%~8%と言われているが、1960年代の初頭には日本のエネルギー自給率は6割くらいあった。なぜかと言うと、その時代には電源の大半が水力と国内炭の火力だったからである。水力は明治以来ずっと開発されてきている。伸びが期待できないことが大きな問題である。それで、小水力発電ということになるが、3つくらい可能性ある。1つは最近台風の時よく話題になるが、今からダムを放水すると言っている、あの防災用のダムのことだ。

ここに発電機能をつける。日本の技術をもってすると落差が2メートルあれば水力発電ができるので、上下の水道用水および農業用水で水力発電をやるという考え方があつた。ただし、いずれも小規模だ。そして問題は、今の防災用や農業用、水道用には別の重要な目的があるので、これを発電に使うことに対して非常に強い規制がかかっている。ここが大きなボトルネックだ。防災用のダムは貯めてあるから意味があり、発電は貯めておくのではなく流すから意味がある。

バイオマスは森の間伐材を切り出して、例えば火力発電に使うことである。再生可能エネルギーの利用拡大にも森の再生にも繋がって素晴らしい。しかし現状、最大のボトルネックは物流コストの高さである。なぜ高くなるかというと、日本の林業が弱っていて森から木を切り出すことができない。輸入に頼らざるを得ないというところにバイオマスの問題点がある。

2つ目は、太陽光と風力の再生可能エネルギーである。こちらは伸びが期待できる。どんどん増えていき、どんどん安くなっていく。しかし、基本的にはお天道様まかせ、風まかせからは脱却できない。したがって、稼働率も低く、太陽光の稼働率は12%ぐらい、風力は陸上で20%、洋上で30%と言われている。例えば原子力発電は、2011年の3.11福島第一原子力発電所事故の前の年、柏崎刈羽原子力発電は新潟県中越沖地震で止まったが、それでも全国で62%の稼働率だった。それと比べるとこの太陽光と風力の稼働率の低さは気になるところだ。ただし、ここにきて発電コストが下がってきている。

世界各地で再生可能エネルギーが進んでいるところに行くと、どうして再生可能エネルギーを使うのかと聞くと、単に安いからという答えだけで、二酸化炭素の話はほとんど出ない。その再生可能エネルギーを高いと思っている国はある意味日本だけだ。しかし、高いと思われていた再生可能エネルギーだが、昨年の審議会で興味深い数字が出てきた。太陽光の発電コストがキロワットアワー(kWh)あたり8円台、政府目標は2025年で7円である。陸上の風力でkWhあたり9円

台、政府目標は30年でkWhあたり8円~9円である。ほぼ両方とも既に達成可能どころまでできている。問題は洋上風力で一番伸びしろがある。昨年の審議会ではkWhあたり26円と言われ、政府目標は30年から35年でkWhあたり8~9円だから、まだ3倍ぐらい高かった。しかし、昨年の年末、最初の洋上風力重点3地域の落札が行われて、全部三菱商事グループが札を落としたが、そこで三菱商事グループが掲げた値段が、kWhあたり11円台~16円台だった。つまり政府目標が見えるところまで下がってきた。

しかし、ネックがある。出力制御問題と言われるが、送電線が足りなくなる問題がある。ただ、私は長い目で見れば解決可能だと思っている。1つ目は空き容量を使うことだ。福島原発の事故の時に日本には54基の原子力発電所があつたが、そのうちの21基は既に廃炉になっている。そこで使っていた送電線を使う。2つ目は電力会社は本当に送電線を作らないのかということだ。申しあげたとおり、再生可能エネルギーの発電コストが下がってくると、当然のことながら電力会社もこれからは送電線を作るのではないかと思う。3つ目は富山、長野が典型的だが、県内で生産した電気と消費する電気を比べると、はるかに生産する電気の方が大きい。ところがそれが大都市に一旦持っていかれ、また戻ってくるようなやり方になっていて非常に無駄な形になっている。作ったところで使えばいいわけで、これがエネルギー電力の地産地消、スマートコミュニティという考え方で、もしそれでも余ったら水を電気分解して水素にしてガス管に入れる(Power to Gas)、あるいは水素にして電気がたくさん必要なところに運ぶようなやり方もあると思う。

昨年10月31日~11月13日の2週間にわたってイギリスのグラスゴーでCOP26が開かれた。今回は2015年のCOP21から5回目の会議で、各国がそれぞれ上積みした新しい目標を持って集まる場で、特別の意味があつた。

COP26で特に話題になったのが石炭火力である。私は岸田首相は良いことを言ったと思う。岸田首相が言ったキーワ

ードはカーボンフリー火力という考え方で、火力発電ではあるが二酸化炭素を出さない、つまり、石炭はその石炭火力の発電設備を使いながら燃料をアンモニアに変えていくことである。もう一つは、液化天然ガスはその発電設備を使いながら天然ガスからやがて水素に変えていく。それによってカーボンニュートラルを実現していくというものだ。どうやってカーボンニュートラルを実現するか、という道筋を語ったのは岸田首相くらいだったと思う。中国やアメリカはかなり大きなスローガンや日本よりも高い数字をあげているが、どう減らすのかという点はほとんど話していない。そういう意味で本来はもう少し評価されて然るべきだが、実は評判が悪かった。その最大の要因は、石炭をアンモニアに変えていくと言いながら、いつ石炭を止めるのかという期限を明示していないことだ。比較の対象としてあげたいのはドイツである。今、ヨーロッパで一番CO<sub>2</sub>を出しているのは圧倒的にドイツで、石炭を2割以上使っているし、天然ガスとあわせると電源の4割が火力である。ドイツは38年までに石炭をやめることを明言している。日本の技術をもってすればだいたい40年ぐらいに石炭をやめると言ってもそんなに困ったことにはならないと思うが、そこを言っていないところに日本の問題点があるのではないかと思う。

カーボンニュートラルという言葉が急に出来たのは一昨年の10月である。菅前首相が就任直後の所信表明演説でカーボンニュートラルのことを言った。それまでは、日本の50年へ向けての温室効果ガスの削減目標は80%だった。それが100%のカーボンニュートラルをやると言った。20%上積みしているが、何らかの仕組みが変わらない限り80%を100%にすることはできない。

それまで日本はカーボンニュートラルは実現できないと思っていた。カーボンニュートラルをやろうとしたら当然再生可能エネルギーを使わなければならない。その再生可能エネルギーの中で伸びしろがあるのは太陽光と風力だ。しかし、それらは天気・風まかせなので何らかのバックアップが必要になる。その時のバックアップとしてすぐ頭に浮かぶのは蓄電池だ。

残念ながら蓄電池はまだ高いこともあるが、より根本的には、作る上で必要とされるレアアース・レアメタルという材料を中国が抑えている。このようにサプライチェーン上の問題がある。

例えば、5年前カリフォルニアでテスラがどんどんEVを作り出した。積んでいるリチウム電池はパナソニックだ。日本人はこれで日本の電池が世界を制するのではないかとみんな思っていた。今どうなっているかというと、パナソニックのシェアよりもはるか上をCATLという中国メーカーが占めている。そういうことを考えると、蓄電池だけではバックアップが効かない。そうすると火力でバックアップせざるを得ない。しかし火力が従来型で二酸化炭素を出していたらカーボンニュートラルはできない。これが日本のカーボンニュートラルができない最大のポイントだった。そこに先ほど言ったカーボンフリー火力という新しい考え方が出てきた。

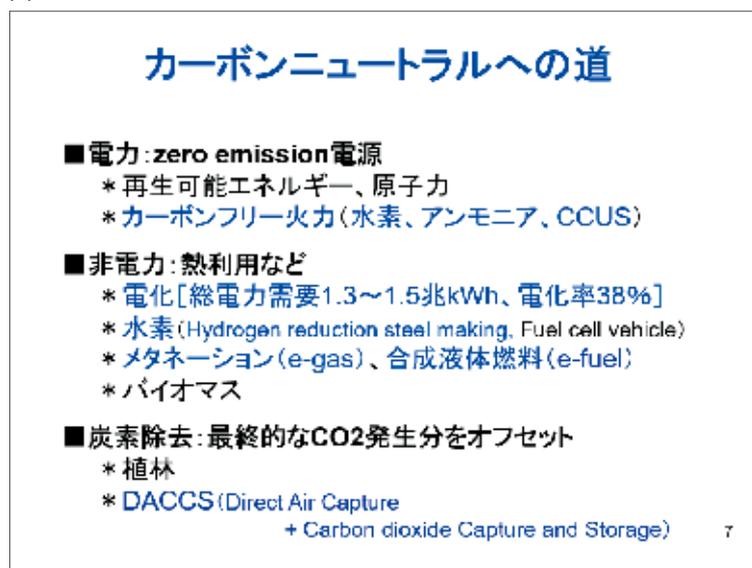
JERAは東京電力と中部電力が作っている会社で日本最大の火力発電会社である。二酸化炭素を日本で一番排出しているこの会社が、菅前首相の演説の13日前に、やむにやまれない形で石炭をアンモニアへ、LNG火力は水素へというカーボンフリー火力を宣言した。もしそれが可能ならば50年のカーボンニュートラルができることになる。菅前首相は、昨年の4月22日バイデン大統領が開いた気候サミットで、「2030 GHG (Greenhouse Gas) 13年比46%削減」を表明した。そ

して、昨年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画で50年の電源構成については再生可能エネルギーが5~6割、水素・アンモニア火力が1割、そして残りの3~4割を火力(まだ二酸化炭素は出るがそれを全部回収して利用する(CCU)と回収して地下に埋める(CCS)を併せたCCUS付きの火力)と原子力にすることにした。

注意しなければならないのは、電源構成を考える時に普通に考えると再生可能エネルギー、火力、原子力に分けるが、火力を2つに割りその一部に原子力をくっつけている。なぜかと言うと、原子力だけを取り出すと50年はせいぜい1割にしかないからだ。

与党が何党になろうが、首相が誰になろうと原子力のReplace、新增設はしないという方針には変わらない。原子力は政治家にとって厄介で、フランスではマクロン大統領が急に大統領選挙の前になって14基の原発の新增設を言い出した。フランス人にとっては新幹線と原子力は誇りだから、原子力を進めるほうが票になるからだ。一方、隣のドイツは森の民だから保守系のキリスト教民主同盟も含めて、脱原発と言わないと選挙に勝てないので、そういうふうになっている。日本では原子力については推進と言っても票が減るし、反対と言っても票が減る。政治家から見ると原子力については何も言わないというのが正しい。真の意味の正しさではなく政治家にとっての正しさであ

図1



る。結局、今の状態をずっと先延ばししていくことになる。そうすると原子力発電所は、原子炉等規制法で今40年で止めることになっているが、1回に限り20年伸ばして60年まで運転することが可能になる。現在33基ある原発が50年度の終わりに満60歳に達しないものは18基だけだ。大体その間に電力需要はEVや電化が進むので30~50%電力需要が伸びる。その中で原発が18基で大体10%になると政府が考えている。60年度になると5基、69年に北海道電力の一番新しい泊3号機が止まるとゼロになる。そういう道を今日本の原子力が辿っていると思うが、その原子力10%をこのタイミングで言うときやっぱり政治的にまずい。そこでCCUS火力を混ぜて30~40%という言い方している。そこを読み解いて50年の国が考えている電源構成を言うと、再エネが5~6割、カーボンフリー火力が3~4割、内1割が水素・アンモニア、そして原子力が1割、これが実際のところである。

図1は国が考えているカーボンニュートラルへの道である。黒字で書かれたものは既存の技術で青字は新技術である。

大きく電力と非電力に分けて、もう一つ炭素除去というものが付いている。電力では当然電源を全部zero emissionにしなければならない。既存の再生可能エネルギー、原子力に加えてカーボンフリー火力が新しく入ってくる。ただし、そうは言っても今、日本では100エネルギーを投入したとして、電力に投入するのは40くらいだ。そのうち発電で15くらいが無駄になって25が電気として使われる。電化率は25%くらいだ。分子が電力需要量で分母が総エネルギー消費量として計算する。つまり、電力だけではなく非電力のことを考えなければならない。需要も50年には、EVが牽引し、現在の年間1兆kWhから30~50%伸びるようになる。ただし、徹底的に電化を進めたとしても、50年の時点でも電化率は大体38%くらいと言われている。非電力の分野こそカーボンニュートラルの主戦場だと言える。非電力分野の施策にはバイオマスという既存の技術があるが、何と言っても中心的な技術は水素になる。

鉄は今までコークスを使って炭素で酸素を鉄分から引き離す作り方をしていたが、水素を使って水にして酸素を鉄分から切り離すという水素還元製鉄という方向に変わってくる。車は小型車ではEVが伸びるが、大型車では燃料電池車、トヨタのMIRAIのようなものが残ると思う。というのは走行距離の問題と一つは充電時間の問題である。家庭用の乗用車なら夕方帰ってプラグに差して朝出かけるのでいいが、常に使っているバス・トラックはそれではいけないわけで、水素や合成液体燃料が使われると思う。

都市ガス業界はメタンガスのまま供給したいと思っている。なぜなら水素に変えると熱量が容積あたり3分の1になるから、今の需要が一定だとするとガスのパイプラインを3倍まで増設しなければならない。それは非現実的で、50年になっても都市ガスの主成分であるメタンを供給したいだろう。ただしそのままとCO<sub>2</sub>が出るので、出てくるCO<sub>2</sub>と等分だけ作る時に使って、CO<sub>2</sub>と水素から合成メタンを作るメタネーションで行くという考え方である。石油業界も同じで、液体燃料は非常にエネルギー効率が高いので、50年になっても飛行機、船、大型車は液体燃料を使っているだろうが、今のようなCO<sub>2</sub>を排出するジェット燃料、重油、軽油では話にならないので、排出されるCO<sub>2</sub>と等量のCO<sub>2</sub>を使って水素と合成液体燃料(e-fuel)を作る。

ただこの電力・非電力分野の諸施策をやりきったとしても、どうしても二酸化

炭素が出るので、二酸化炭素を吸収する植物に依拠する植林や、空中から直接二酸化炭素を抜いて地中に埋めるDACCSという技術もこれから登場してくると思う。これらがカーボンニュートラルへの道だが、そこにはコストが上がるという問題がある。

図2は、昨年(2021)の審議会(ERINA)で政府系の研究機関の公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE: Research Institute of Innovation Technology for the Earth)が計算した7つのシナリオのシミュレーション結果を示しているが、アンダーラインを引いてあるところが電源構成を示す。左から再生可能エネルギー・原子力・水素/アンモニア・CCUS火力である。①では、政府の50年の電源構成に基づいてシミュレーションをしている。原発とCCUSを一緒にしたままだとシミュレーションができないので、政府の了解を取って分けている。原子力は、案の定10%としている。

問題は、どのシナリオにおいても発電コストが上がることだ。これは限界費用だが現行のkWhあたり13円が、②の再生可能エネルギー100%のシナリオだとかなり上がる。イノベーションが起きれば変わる可能性はあるが、他のシナリオでも大体2倍近くに上がる。ここが最大の問題点である。ヨーロッパでも同じような計算が行われ、1.7倍になると言われている。そうするとコスト削減こそがカーボンニュートラルにとっての最大の課題ということになる。

コスト削減の方法は2つしかないと思う。1つはイノベーションである。ただし、

図2

## 発電コスト(2050年)

■ RITE (Research Institute of Innovation Technology for the Earth) 2021.5.13  
\* シナリオ / 電源構成(再エネ・原子力・水素/アンモニア・CCUS火力)  
/ 総発電容量 / 発電コスト(限界費用)

- ① 参考値=ベース / 54%・10%・13%・23% / 1.35兆kWh / 24.9円/kWh
- ② 再エネ100% / 100%・0%・0%・0% / 1.05兆kWh / 53.4円/kWh
- ③ 再エネコスト低減 / 63%・10%・2%・25% / 1.5兆kWh / 22.4円/kWh
- ④ 原子力活用 / 53%・20%・4%・23% / 1.35兆kWh / 24.1円/kWh
- ⑤ 水素・アンモニアコスト低減 / 47%・10%・23%・20% / 1.35兆kWh / 23.5円/kWh
- ⑥ CCUS増大 / 44%・10%・10%・35% / 1.35兆kWh / 22.7円/kWh
- ⑦ カーシェア / 51%・10%・15%・24% / 1.35兆kWh / 24.6円/kWh

■ いずれのシナリオでも、  
\* 2050年の発電コストは現行(13円/kWh)を大きく上回る。

イノベーションはある意味、今から読み込むことはできない。もう1つの、確実にコストを下げられる方法が既存インフラの徹底的な活用である。先ほど示したカーボンニュートラルへの道で欧米ではあまり言っておらず、日本だけが言っているものが2つある。

欧米でも日本でも言っているのは水素あるいは合成液体燃料(e-fuel)である。日本しか言っていない代表的なのがアンモニアである。それから合成メタンを作るメタネーションということになる。それではその燃料アンモニア、メタネーションの心は何か。アンモニアの心は既存の石炭火力を徹底的に活用し、使い倒すことだ。使いながらカーボンニュートラルを実現することができる。今、地球環境問題の中心舞台は非OECD諸国である。発展途上国で石炭をたくさん使ってCO<sub>2</sub>をたくさん出している。そういう国が石炭を止めると言われたら立つ瀬がない。しかし、石炭火力を使いながら、日本が言っているようなやり方で燃料をアンモニアへ変えていくとカーボンニュートラルを達成することができる。メタネーションでは、既存のガスインフラも使うことができる。さらにバイオマスについても燃料が問題になるが、イネ科の新しいSorghumという非常に育つスピードが速く食べ物と矛盾しないものの開発や、効率が良いバイオマスの燃料、半分加工したブラックペレットなど、こういうものの開発でも日本は先行している。

水素をめぐる留意点を申し上げる。

水素とアンモニアは兄弟みたいなものだ。水素はH<sub>2</sub>、アンモニアはNH<sub>3</sub>で、アンモニアの大半を水素から作る。水素に空中にある窒素を合わせるハーバーボッシュ法というもう100年間使われている古いやり方でアンモニアができる。そういう意味では物理的な性質は非常に近いが、ビジネス的には別だと考えた方がいい。

電力業界は現状ほとんど水素には興味がなく、アンモニアの実用化に経営資源を集中している。理由が3つある。1つ目は、風当たりが強いのは石炭火力である。だから石炭火力をどうにかす

ることが現状の最大の課題になる。2つ目は、アンモニアには世界的なサプライチェーンがある。なぜなら肥料産業があり、世界で2億トン作られている。一方、水素は世界的なサプライチェーンはない。というのは需要がないからだ。3つ目は公害対策の脱硝プロセスで電力会社がすでにアンモニアを使っており、タンクも持っている。これら3つ理由から電力会社はアンモニアに集中している。

一方、都市ガスあるいは石油などの他のエネルギー業界は、水素を使わないと合成液体燃料や合成メタンを作れない。鉄鋼は水素還元製鉄だから水素がないと困る。アンモニアの最大の弱点は毒性が強くて民生用には使えないことだ。工場と発電所までは使えるが家庭用や車用には使えないという問題がある。よって、自動車産業が関心を持つのは水素だけである。だからビジネス的には別で、アンモニアは電力業界が、その他の業界が水素をやることになると思う。

カーボンニュートラルの施策としてはスピード感からいくとサプライチェーンのあるアンモニアの方が先に来て、20年代はアンモニアが実装され、水素が本格的にやってくるのは30年代という感じになると思う。

それぞれの問題点を簡単に見ると、アンモニアはそれでも調達に課題がある。現状、日本は肥料用を中心に年間100万トンを使っている。ところが発電だけで、石炭に20%混焼する30年までにだいたい今の3倍の300万トン必要で、100%アンモニア専焼となる50年には今の30倍の3000万トン必要になると言われている。2億トン作っているのだから大丈夫だと思われるかもしれないが、その2億トンの大半は二酸化炭素を排出しながら作っているグレーアンモニアだからカーボンニュートラルでは使えない。再生可能エネルギー由来の電気でも水を電気分解して作った水素からアンモニアを作るグリーンアンモニアか、アンモニアを作るときにCO<sub>2</sub>が出てしまうが、回収してCCSと結びつけたブルーアンモニアでなければいけない。グリーンアンモニアと

ブルーアンモニアを、これだけの量を確保できるのか。どうも石炭火力だけではなくて、化学、セメントもアンモニアを使いたいと言っているようなので、需要はさらに増えそうだ。その必要量を調達できるかが最大の課題である。

水素の問題点は先ほどから申し上げているように需要がないことだ。水素発電の担い手がまだいない。ここが最大の課題である。メタネーションはスピードの問題である。ヨーロッパのガス業界は合成メタンは考えておらず水素を直接送ろうと考えている。そこはヨーロッパのガス業界は全く違う未来図を持っており、電化に敗れてガス需要は6割方減って4割くらいになる。だったら別に導管を増設する必要がないわけで、水素のままでいいと考える。つまりメタネーションは、ゆっくりやっていると電化におされてガスの需要自体が減ってしまい、不要になってしまう。そこのスピードのせめぎ合いである。

もう1度日本のカーボンニュートラルへの道を見てみる(図1)。

いずれも立派だがよく見ると3つくらい問題がある。

1つ目は全部供給サイドからのアプローチである。需要サイドからのアプローチがない。2つ目は電力、非電力と分けているので、ヨーロッパ、特にデンマークなどで盛んに行われている、同じエネルギーを電源としても熱源としても使うセクターカップリングという発想がない。そして3つ目は、これはいずれもお金がかかるから、大資本、大企業しかできない。カーボンニュートラルの担い手は大企業だけではない。今、中小企業にとって非常に深刻な問題は、例えばGAF A、グーグルやアマゾンなどや、最近ではソニーなどもサプライチェーンのカーボンフリー化と言っているが、中小企業を含めて部品を作る工場が、二酸化炭素を出しながら作っていると、そういうところからの部品を受け取らない時代が間もなくやってくる。すでに電気についてはRE100<sup>1</sup>の電気であればダメだという話が始まっている。次に熱まで含めてCO<sub>2</sub>を出しているところ

<sup>1</sup> 企業が自らの事業の使用電力を100%再エネでまかなうことを目指す国際的なイニシアティブ <http://www.there100.org/>

ろはだめだ、という時代がやってくる。そうすると工場ごとに出るCO<sub>2</sub>をその場所ですべてメタネーションをやるというオンサイトメタネーションということを考えないといけない。中小企業にとっても待ったなしの話である。さらに、消費者の各家庭でどれくらいCO<sub>2</sub>を出しているかをカウントしようという考えも出てきて、それに基づいて課金するという時代がやって来ようとしている。

消費者や中小企業にとってもカーボンニュートラルは待ったなしである。ただこの人達は数が多いが、バラバラだと力にならない。まとまる場合は地域しかない。コミュニティがもう一つのカーボンニュートラルの担い手にならなければいけない。大企業だけが担い手なのではなくコミュニティこそもう一つのカーボンニュートラルの担い手にならなければいけないと思っている。再生可能エネルギーは申し上げたとおり、電源としても熱源としても使う。電気が余ってる時には熱を作る。デンマークは冬に電気のピークがあるので、夏場に80℃ぐらいの温水作って大きなタンクあるいはプールに入れて断熱措置を

施して、冬場50℃になったところで熱供給をしている。再生可能エネルギーのうちバイオマスは電源としても熱源としても使うし、太陽は太陽光も太陽熱も使う。風力は発電用にはしか使えないが余った場合にはそれで水を温めて温水を作る。日本には温水のパイプラインがないからできないと言われるかもしれないが、水道管とほとんど変わらない。50年までならば十分可能である。むしろ世界の寒冷地の都市はセントラルヒーティングが標準装備である。そういう熱源としても使うやり方で再生可能エネルギーのコストを下げていくことができる。

環境省のホームページにいくと分かるが、全国で500を超える自治体がゼロカーボンシティを宣言している。ところがほとんどは首長、または議会が宣言しただけでどうやっていいかわからない。共に悩むところから始める必要があると思う。例えば、地域にカーボンニュートラル協議会のようなものを作って、地域のエネルギー業者であるSS(サービスステーション)運営者、地方都市ガス事業者、LPガス事業者などが加わり、共に悩む

ところから始めていくといい。とりあえずのターゲットは発電所を作らなくても発電所を作ったのと同じ効果を上げるVPP(Virtual Power Plant, 仮想発電所)を作ることだ。屋根の上の太陽光、急激に増えていくEVの蓄電池など、ひとつひとつはバラバラだが、みんなまとまると相当な力になる。創電、蓄電、節電、この3つをデジタルトランスフォーメーションの技術、AIによって合わせて地域最適化を図っていく。そうすると発電所を作らなくても発電所を作ったのと同じ効果を上げることができる。これがVPPという考え方である。ただ、その場合、全ての工場の操業状況や家庭のプライバシーが分かってしまうのでブロックチェーンのような技術を使い、プライバシーを守るような規制をしなければならない。これは自治体の役割になると思う。

カーボンニュートラルは決して大企業のみがトップダウンでやるものではない。ボトムアップで地域でみんなでやっていくこともたいへん大事だと思う。

[文責: ERINA]