

公開講演会記録

温暖化対策の切り札は太陽光発電とEV

リードするのは中国勢

合同会社 X パワー代表、環境経営コンサルタント 村沢義久



2019年10月12〜13日にかけて日本列島を襲った台風19号。筆者は軽井沢に住んでいるのだが、生まれたのが、生まれた育った四国の徳島県でも経験したことの無いような豪雨だった。「100年に1度」の台風や豪雨が毎年起こる異常な時代。原因の1つは地球温暖化だが、その影響はそれだけではない。極地の氷

CO₂削減の切り札は太陽光発電と電気自動車



(筆者撮影)

がとけることにより海面が上昇し、多くの国で沿岸部が侵食され、島国は海面下に沈むと言われている。日本でも、東京湾、大阪湾、伊勢湾などのゼロメートル地帯が影響を受けることになる。温暖化対策はCO₂の削減。筆者は、その切り札は太陽光発電と電気自動車(EV)の普及であると考

えを。を使い始めた時期については、諸説あるが、ざっくり言って100万年ほど前のことらしい。そこから、文明が始まったのだが、その影にCO₂という厄介な副産物が出てきた。それでも、薪や炭などの植物由来の燃料を使っていた時代は問題なかった。排出されたCO₂は、その原料になった木が成長する時に再び吸収されるからだ。

火の文明と地球温暖化
なぜ、CO₂が増えているのか。それは、我々が「火を使う」からだ。人類が火

しかし、2000年前の産業革命により、地下から掘り出した石炭や石油などの化石燃料を使い始めてから大気中のCO₂濃度は一挙に40%も増加。温室効果のために気温が上昇し始めた。その対策として、2015年12月に「パリ協定」が締結された。気温上昇を2℃位以内(できれば1.5℃以内)に抑えるため、CO₂を

じめとする温室効果ガスの排出量を、今世紀中ごろまでに「実質的にゼロに」しようという「とてつもない」目標だ。

もはや「削減」などという生やさしい話ではなく、「ゼロにする」のだ。この目標達成のためには、化石燃料の使用を止めねばならない。筆者の言う「燃やさない文明」の実現だ。

原発は「超」高コスト

発電部門（火力発電）は、2011年の福島第一原発事故（以下「3・11」）以前は日本のCO₂総排出量の30%強を占めていた重要分野だ。そこで政府は、原発を増設し、その比率を従来の約30%から50%まで高め、火力発電を減らそうという計画を立てた。しかし、3・11により原発の新規建設は実質的に凍結。生き残った原発も一時全部停止してしまった。

「日本でダメなら海外で」というわけで、政府は原発を輸出の目玉に仕立てようとした。その方針に乗って、アメリカで東芝、イギリスで日立、トルコで三菱重工を中心としたグループが原発建設を受注した。

しかし、これらのプロジェクトはすぐに頓挫した。日本メーカーは、「世界一」

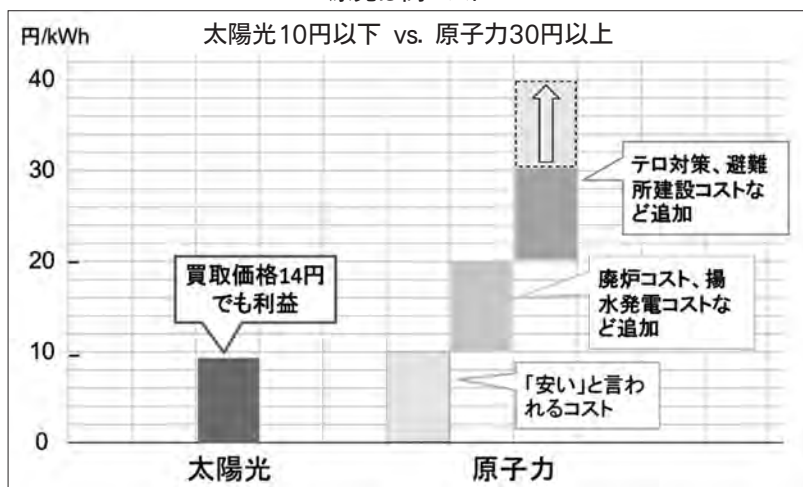
と自称する安全対策を提示したが、世界では全く通用しないことが判明したのだ。発注側の要求通りの対策を施せば建設コストは2倍以上になる。結局、海外プロジェクトは全滅した。

原発による発電コストについて、日本政府は1kWh当たり10円程度と言っているが、とんでもない話。一見安く見えるのは、安全対策などの費用が無視されているからだ。単なる事故対応だけでは足りない。テロ対策を行い、避難場所を事前

に用意するなどコストを考慮すれば、筆者の試算では1kWh当たり軽く30円を超えている。

実際には、筆者の計算でもまだ甘いぐらいで、本当のコストは「算定しようが

原発は高コスト



(各種データから筆者が作成)

ないほど高い」と言うべきかも知れない。例えば、使用済み燃料の最終処分場は、フィンランドとスウェーデンで建設中のものが1か所ずつあるだけで、アメリカにも、ロシアにも、フランスにも、もちろん日本にもない。だから、安全に「最終処分」までやろうとすれば、宇宙に捨てるより仕方ないとさえ言われているぐらいだ。そんなことを本当にやれば、コストは文字通り「天文学的」になってしまう。

日本の原発は特にテロ対策が全くなされていないのだが、最近になってようやく原子力規制委員会が重い腰を上げた。2019年4月、電力各社に対し「対策がなされていない原発は停止させる」と通達。「そこまで厳しくやるはずはない」と高をくくっていた電力会社の思惑は見事にはずれた。現在稼働中の原発は9基だが、対

策工事が間に合うものは1基もないため、それらは2020年3月以降順次停止し、日本は、しばらくの間原発ゼロの時代に返ることになる。

追い打ちをかけているのが、最近の関西電力による不祥事だ。高コストな上に国民の信頼を失った原発が日本の主力電源の座を取り戻すことはあり得ない。政府は、総発電量に対する原発の比率は2030年に20〜22%と想定しているが、最大でも10%を超えることはないだろう。

太陽光しかない

自然エネルギーの中では、世界的に風力が先行したのだが、現在では、太陽光の方が上回っている。それは、太陽光発電の方が建設がはるかに容易な上、コストが急激に下がってきたからだ。風力は、特に日本には向いていない。高緯度で常に偏西風の吹くヨーロッパ諸国や、広い荒野を持つアメリカ、中国などと比較して風況が悪い上、民家が近くにあったりして騒音被害が発生しやすいからだ。しかも、これらの国々でも最近では太陽光発電の方が上回っている。

結局、人類が使うべきエネルギー源は太陽光しかない。世界をリードするのは中国で、単年度、累計のどちらも世界の

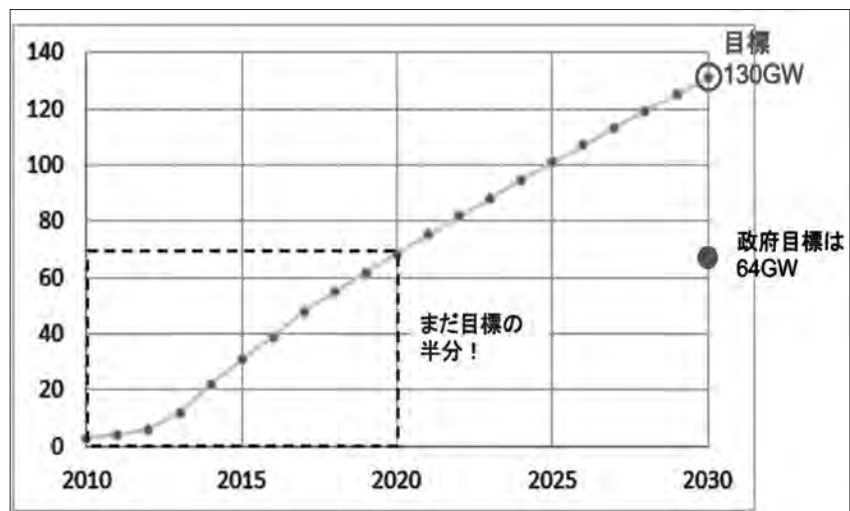
約半分を占めてダントツの1位だ。日本は大体4番手辺りにいて健闘している。他の太陽光先進国は、アメリカ、ドイツ、インドなど。

中国は、パネルおよびパワコンの生産でも世界一。パネルではジンソーラー、ロンギ、JAソーラーなどがリード。パワコンでは、ファエウェイが世界一であり、同じ中国のサングローが続く。

日本では、2018年末時点の累計導入容量が約60GW（6000万kW）弱となり、電力総需要の6・5%程度をまかなっている。これは、昼夜合わせた年間合計の話だが、快晴の昼間ではその比率は非常に高くなっており、九州では2018年5月に一時的に80%を超えたことがある。このように、太陽光発電はすでに大きな役割を果たしている。

残念なのは、政府の志が低いこと。政府が掲げる目標は2030年に64GW（6400万kW）だが、そんな低い目標は2020〜2021年には達成される見通しだ。2030年には、政府目標の2倍の130GW（1億3000万kW）に達するのは確実。日本の総電力需要の15

2030年までに累計導入量1.3億kW（130GW）
太陽光発電はまだこれから！



（各種データを基に筆者が取りまとめ作成。2018年以降は筆者の構想）

%程度をまかなうことになる。

それでもまだまだ不足で、2050年ごろまでには50%まで増やしたいところ。FIT（固定価格買取制度）による価格の低下とともに、「太陽光発電はもう終わり」という声も聞こえてくるが、逆に、

普及を加速せねばならない。太陽光発電は「まだまだこれから」なのだ。

発電コストも急激に下がっている。2019年度の買取価格である1kWh当たり14円でも利益を出せるし、500kW以上の設備を対象とした入札では最低落札価格は10・50円だったから、発電コストの方は7円程度と推定される。太陽光発電はすでにクリーンだけでなく、最も低コストの電源となっているということだ。

エネルギーを使う側の主役EV

このように、エネルギーを創る側の主役が太陽光発電であるのに対し、エネルギーを使う側ではEVが中心だ。自動車をはじめとする輸送部門は、日本のCO₂総排出量の20%近くを占めているから自動車の電動化は重要だ。

しかし、電動化は、CO₂削減と同時に自動車産業をひっくり返すほどの変化を起こすことになる。プラグインハイブリッド車(PHV)ならエンジンとモーターを併用するが、純粋EVになると自動車の要であるエンジンがなくなるのだ。エンジンでは、シリンダの中でガソリンと空気の混合ガスを爆発的に燃焼させ、その圧力でピストンを押し上げ、その往復運動をクランク機構で回転運動に変えて車

輪を回す。非常に複雑で非効率な仕組みだ。

エンジンは複雑で扱いが難しいだけに、技術の塊でもある。ピストンリング、燃料噴射機、自動変速機からコンピュータによる制御技術等々。しかも、日本は、総合的に見て、世界のトップクラスの技術力を持っている。しかし、EV化により、これらのほとんどが不要になる。オイル交換の必要もなくなるし、当然、町からガソリンスタンドが消える。

世界が「CO₂ゼロ」を目指す中、EVの100%への動きは確実であり、EVの台頭は単なるブームではない。国の政策として一番進んでいるのが北欧のノルウェーで、2024年までにガソリン車・ディーゼル車の販売を禁止すると発表している。EU諸国も大体2030年までにはそうなりそうだ。

中国では今年から新車発売台数の10%を電動車にしなければならないという制度が始まった。今後は、2025年から2029年ごろまでには、ガソリン車・ディーゼル車の販売を禁止すると見られている。日本では、保守的な現政権は及び腰だが、トップが変われば推進が加速するだろう。筆者は、早ければ2030年には中国やヨーロッパの動きにならう

と見ている。

EVでも中国がトップ

EVという新しい産業で、覇権を目指しているのが中国だ。ガソリン車ではトヨタなど世界のトップメーカーに追いつくには時間がかかる。しかし、EVではハードルが非常に低いから後発の中国メーカーでもすぐに先頭に立てる。

現在のEVトップメーカーはアメリカのテスラだが、中国勢が急激に追い上げている。テスラは2003年創業。5年後の2008年に同社最初のEVである「ロードスター」を発売。2010年には株式公開を果たした。筆者は、2009年秋、NHKの取材協力でカリフォルニア州にあるテスラ本社を訪問したが、その時にこの車に試乗し、加速性、静粛性などの性能を十分に味わっている。

テスラは、続いて2012年には大型スポーツセダンである「モデルS」を発売。その航続距離は実に600km。2017年にはより廉価な「モデル3」を発売。2018年の世界の電動車(EVとPHV)売り上げでダントツの1位となった。

テスラを追いかける中国勢の中で筆者が特に注目するのは、BYD、NIO

(上海蔚来汽車)、BAIC(北京汽車)の3社。BYDは、元はバッテリー大手メーカーであり、2003年に子会社としてBYDオートを創業している。その第1号EVである「e6」は、深圳市などで主としてタクシーとして使われていて、筆者も何回か乗ったことがある。

また、2018年にはBYD本社を訪問し、注目のPHV「唐」に試乗。さらに、2019年の上海モーターショーでは、展示場でチーフデザイナーであるヴォルフガング・エッガー氏と話す機会があった。氏からは、「EV100%は既定路線」「BYDは常にトップを走り続ける」とのコメントをいただいた。

中国版サクセスストーリーを達成しつつあるのがNIO。2014年に設立されたベンチャー企業で、2017年に高級SUVである「ES8」を発売。2018年9月にはNIO市場に株式を上場し、一躍スター企業となった。

BAICは、国営メーカーで、「ECシリーズ」が2017年の中国の電動車市場におけるベストセラーとなった。中国では、これら3社以外にも、大手から

NIO(上海蔚来汽車)「ES8」“中国の特斯拉”



(筆者撮影)

ベンチャーまで数十社が続々とEVやPHVを発売しており、中国の電動車市場を盛り上げている。

課題は充電対策

EVの普及に懐疑的な人たちは、航続距離の不足と充電時間の長さを問題視する。確かに、日本初の量産EVである三菱「i-MiEV」の蓄電池サイズは16kWhしかなく、その航続距離はせいぜい100kmであった。筆者の愛車である改造版「ビートルEV」の航続距離も90km程度だ。

それでも、普通のドライバーなら1日に100km以上走ることは滅多にないので、十分実用に耐える。しかし、たまに遠出をする時には不便だ。セカンドカー、サードカーとしてなら問題ないが、一家に1台というなら、やはりもっと航続距離の長いEVが必要ということになる。

幸い、この問題は急速に解決されつつある。特斯拉「モデルS」の600kmを始め、中国製の多くは小型車でも300km、中型車以上では400〜500kmが普通になりつつある。日産「リーフ」の最新バージョンである「リーフ+」も450kmだ。リチウムイオン電池の価格低下とともに、航続距離は問題ではなくなるだろう。

残る問題は充電時間の長さ。家庭用200Vでやると「リーフ」などは十数時間かかる。これも、使い方を工夫すれば日常の運転では不便はない。夜寝ている

間にやれば、気分的には時間ゼロだ。筆者の場合も、ドライブして帰宅するたびに充電コードをさしておくようにしている。そうすると次に出かける時まで充電は終わっているという具合。

しかし、ここでも問題になるのは遠出の時だ。出先では急速充電をやることになるのだが、「急速」と言っても30分以上かかる。もし、先客がいれば、待ち時間もいれて1時間以上かかることになってしまう。筆者自身、横浜で友人のEVを充電することになったのだがどこに行っても使用中で、3か所目でもようやく充電できたという経験を持っている。EVの本格普及のためには、このような「充電難民」を出さないための対策が必要だ。充電問題解決には3つの方法がある。第1の方法は、一番単純で、現在の急速充電器の数を増やすことだ。この面でも中国がリーダーで、深圳には何と500台が同時に充電できる設備がある。せいぜい数台分しかない日本の充電所とはけた違い。ずらりと並んで充電しているの

解決策1：多数の充電器を設置 500台のEVを同時に急速充電できる（深圳）



（筆者撮影。中国深圳にて）

は、ほとんどがBYDの「e6」タクシーだが、一般の車も何台か充電していた。2番目の方法は、「超」急速充電。これは、現在の急速充電器の出力である50

kWを7倍の350kWに上げるもの。普及すれば5分程度で充電できるようになり、ガソリンの給油と変わらなくなる。問題は、現在のリチウムイオン電池では、ダメージが大きいことで、全固体電池などの実用化が必須だ。

3番目の方法は、筆者がEV普及の切り札と考える「電池交換方式」。一時テスラが導入したが、利用者が少ないということで断念したやり方だ。それを今、中国のBYDとBAICが再挑戦している。両社とも2019年の上海モーターショーでデモをやっていて、「今後の普及には自信がある」という。

しかし、道のりはまだまだ遠い。第一に、各メーカーが使っている電池の規格化が必要だ。電圧とサイズを統一した上で、小型車には1個、中型車は2個、大型車は3個というように搭載する。現在の乾電池のような使い方だ。

大手自動車メーカーの先行きは暗い

ガソリン車からEVへの移行に伴って、プレーヤーが大きく変わりそうだ。言い換えれば、既存メーカーの先行きは暗いと言わざるを得ない。それを暗示するのがGM（シボレー部門）の「Bolt（ボルトEV）」の不振ぶり。「ボルトE

V」は新興テスラに対抗心を燃やす老舗GMが『モデル3』キラー」として発表したもの。両車はほぼ同時に発売され、当初は、テスラの生産ラインのトラブルなどで納車大幅に遅れたこともあり、GMの思惑通りに運ぶかに見えた。

しかし、テスラの体制が整ってくるとたちまち立場は逆転。2018年の1年間で見ると、『モデル3』対『ボルトEV』の世界販売台数は8対1という一方的な結果に終わった。EVを新しい商品と見ているユーザーにとっては、老舗ブランドの価値はないようだ。

フォード、トヨタ、ベンツも同じだろう。現在までのところ、大手では日産が2010年に「リーフ」を発売するなど世界でEV化推進の一翼を担って健闘している。しかし、最近連続している不祥事を見ると、新しいEV時代を生き抜ける体質なのかどうか心配だ。

ドイツ勢は、数年前までは頑なまでにディーゼルに固執してきたが、フォルクスワーゲン（VW）による検査データ不正事件発覚により、ベンツ、BMWを合わせた3社はEVへと大きく転換している。しかし、EV専門の新興勢力に勝てるかどうかはまだ不明だ。

筆者が一番心配するのは、エコカー戦

略の基本方針を誤ったトヨタだ。まず、『プリウス』などのハイブリッド車（HV）の成功を受け、戦略の中心に据えたのだが、カリフォルニア州や中国ではHVはエコカーとは認められなかった。次に、普及の見込みがほとんどない燃料電池車（FCV）を「究極のエコカー」と位置付けてしまった。その結果、EVの開発では大手メーカーの中でも一番遅れてしまうこととなった。

そもそも水素を「無尽蔵のエネルギー資源」と考えたことが初歩的なミスだ。無尽蔵に存在するのは原子レベルのHであり化合物の形で存在している。使える分子状の水素（ H_2 ）は地球上にほとんど存在しないため、水（ H_2O ）の電気分解や、メタンガス（ CH_4 ）などの改質によって作らなければならないのだが、その際多くのエネルギーを費やすか、あるいは、大量の CO_2 を発生させてしまう。つまり、全くクリーンではないのだ。水素はさらに、貯蔵、輸送、搭載が極めて難しいので、ごく限られた用途以外に活用されることはない。

トヨタのもう1つのミスは、EVについて、「小型・短距離専用」と勝手に決めつけてしまったことだ。トヨタのFCVである「MIRAI」が発売された2

014年12月には、テスラの「ロードスター」（2008年発売）が航続距離約400kmを達成していたし、その後に登場した「モデルS」（2012年発売）は小型どころか「フルサイズ」で航続距離も600kmに達したのだから、トヨタの判断ミスは明確だ。

トヨタは2019年になって、ようやく中国市場向けのEVを2車種発表したが、EVという新しい商品分野で生き残れるのかどうか。心配なのはトヨタだけではなく日本の自動車産業全体だ。既存メーカーの動きが極めて遅い上に新しいベンチャーが出てこないため、世界市場での苦戦が予想される。

力ギを握るのは蓄電池

温暖化対策の切り札である太陽光発電とEV。その両方にとって普及の力ギを握るのが蓄電池だ。太陽光発電はクリーンで安価ではあるが、そのままでは非常に使いづらいエネルギー源でもある。快晴の昼間は使い切れないほど発電するのに対し、夜は発電量ゼロであり、雨の日もずっと落ちてしまう。解決法は蓄電池の併用による平準化で、筆者はこれまでに、複数の施設に太陽光発電と蓄電池からなるシステムを導入した実績を持つ。

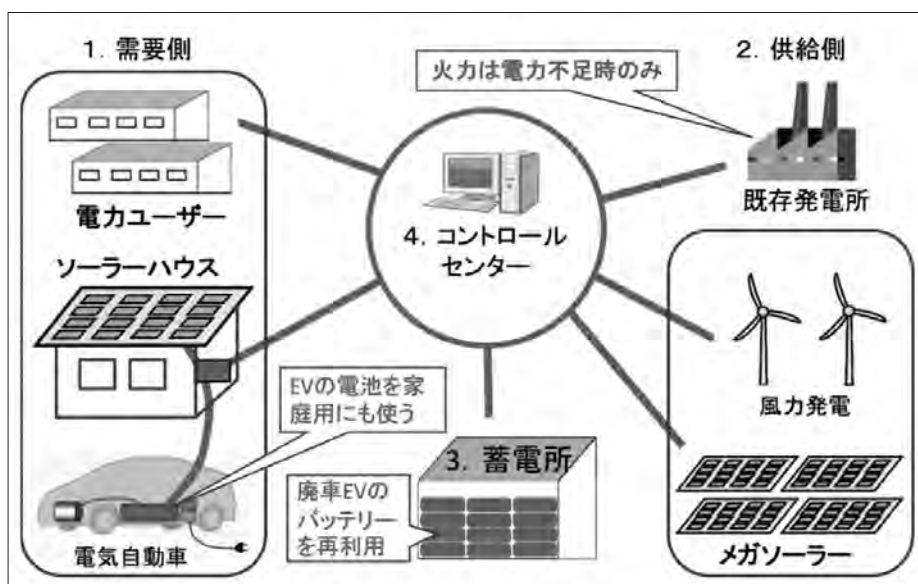
2019年のノーベル化学賞が、リチウムイオン電池の開発に貢献した吉野彰氏たちに贈られた。マスコミは、スマホやノートパソコンなど携帯機器について注目するが、EVも「リチウムイオン電池の賜物」である。定置型や太陽光発電併用型についても、これまでは鉛蓄電池を使

うことが多かったが、今後はすべてリチウムイオン電池に代わるはずだ。ノーベル賞受賞が改良に拍車をかけることになる。

蓄電池の普及とともに、電力システムが本格的に変わる。現在のソーラーハウスでは、家庭で使った分は電力会社から買っている。昼と夜で電気の流れが逆になる。現在は、こういうやり方だが、蓄電池が安くなってくると、昼間余った電気を蓄えておき夜間使うという、自産自消費電力システムになる。

EVについては、走行中のCO₂の排出はゼロだが、充電のための電気を電力会社の火力発電に頼っている限り、間接的にCO₂を出し続けることになる。だ

太陽光発電とEVで実現する新しい電力システム



(筆者作成)

から、太陽光発電でEVを充電するようにならないと本当の意味でクリーンにはならない。一方、停車中のEVは家庭用蓄電池としても使える。その一例が

「Leaf to Home」は、日産「リーフ」の電池に溜めた電気を家庭に流し、コンセントから普通に使えるようにする装置だ。
火力発電から太陽光発電へ、ガソリン車からEVへという大きな流れはもはや誰にも止められない。その普及のカギを握るのが蓄電池である。
(2019年9月19日・アジア研究懇話会)

筆者略歴(むらさわ よしひさ)

東京大学工学修士。スタンフォード大学MBA。経営コンサルティング会社日本代表、ゴールドマンサックス証券バイスプレジデント(M&A担当)などを歴任の後、2005年から10年まで東京大学特任教授。10年から13年まで同大学総長室アドバイザー。13年から16年3月まで立命館大学大学院客員教授。現在の活動の中心は太陽光発電と電気自動車の推進。