

伊藤信孝

マエジヨ大学・客員教授・再生可能エネルギー学部

本報では、最近注目を浴び、世界的に議論が成されている近未来のエネルギーがどの方向に進むのか、とりわけどの種の自動車が近未来の移動機関として選択されるのかについて意見を挟んでみたい。化石燃料の大量燃焼消費から排出される炭酸ガスが地球規模の気候変動を来すほどの温暖化ガスの主原因と言うことで、脱炭素への取り組みが強調されつつある。日本で開催されたCOP3での京都議定書で多くの国が炭酸ガス排出量の削減に同意したものの、エネルギーを取るか、環境を取るかという究極の選択において、やはり最終的にはエネルギーが優先され、未だ脱炭素に向けた目標達成への課題は解決されていない。

先進国と途上国との間で合意が成り立たなかったと言う事情も合意への時間を引き伸ばしてきた。ビジネスとの兼ね合いから、早急に向かうべき方向を示し、具体的な製品を市場に送り出し、他社、他国の追随を許さず、破格の価格で世界的に大きなリードを維持することがビジネスを制する定石であり、米国、欧州、中国の自動車企業はいち早く電気自動車とその本命であると唱い、すぐさま100万台規模の販売実績を示した(米、欧州、中国の総生産量2022)。日本の企業の出足は遅く、あたかも電気自動車市場への進出に出遅れたかとの印象すら世界に与えてきた。また、完璧にまで出来上がった日本のレシプロ・エンジンにはとても打ち勝てないとの観点から、欧米、中国が向かうべき方向を電気自動車に置き換えたと言う見方もあり、「日本企業つぶし」との意見もあった。EUは2035年以降の自動車輸入は電気自動車に限定し、他の自動車の輸入を許さない厳しい輸入規制を早々と発表して門戸を狭めた。1, 2年前までは日本企業が世界の名だたる他社に先駆けて市場に送り出したFCV(燃料電池車)や水素自動車は瞬く間に表舞台から消えたかの如き印象を与えた。またEUの規制を重視し、EV(電気自動車)が次世代の自動車として市場を制するとの早合点から、一気に電気自動車生産に拍車を掛ける企業も出てきた。筆者も2022年の関連国際学会では脱炭素社会の構築と題して持論を展開したが、その時点では明確な方向付けをするだけの勇気が無かった。電気自動車への疑問はあったが、決め手となる部分が見いだせず、ゆっくりと歩いている最中に、技術の進歩が大きく目を覚まさせてくれた。学会発表からそうした躊躇心にさいなまれていたうちに、次世代自動車の目指すべき方向がほぼ示された。それは水素で有り、この分野での技術革新は毎日のようにYouTubeやSNS上で話題を振りまいている。日本の技術の底力をまざまざと見せつけられる毎日である。水素自動車の研究は古く筆者の学生時代にもそのニュースは新聞紙上でも取り上げられ、当時武蔵工業大学の学長であった古浜庄一先生の指揮の下で、学生達が米国でのレースに参加したなどとの記事は未だに筆者の脳裏に明確な記憶として残って

いる。大学では高価な水素の入手に悪戦苦闘しているのに、国の機関では余った水素を廃棄していると言う事への矛盾に対し不満も掲載されていた。今でこそ周辺技術が整い、水素のエネルギーとしての利用が言われるようになったが、電気自動車や電気トラクタについてもアイデア、研究は成されていたがコストや周辺技術が整っておらず今日まで陽の目を見る事は無かった。

ところで本報での問題についてわずかながら筆者の所見を披露したい。脱炭素社会の構築の根底には炭酸ガスの排出量を削減するという課題解決に向けた努力をしなければ成らないことは衆知である。しかし、脱炭素、排出量の削減に向けた対応にはいくつかの方法があり、一切炭酸ガスを排出しないと言うだけが唯一の対応策ではないことも承知しておくべきである。電気、バイオ、水素などのエネルギー生産には必ず、いずれかの時点で炭酸ガスの排出が伴う。電気は電気自動車として走行中には一切炭酸ガスを排出しない。しかし電気を発電する過程においては炭酸ガスを排出する。バイオも生物資源からバイオ燃料、バイオガスを造り出す過程で炭酸ガスの排出が伴う。水素も化石資源や水などから造り出す過程で炭酸ガスは排出される。どれを取ってもエネルギー生産のいずれかの過程で、炭酸ガスの排出はある。取り出したエネルギーの利用に於いて、電気は炭酸ガス排出はゼロであり、水素も燃焼後に出てくるのは水のみであり、炭酸ガスは排出されない。バイオマスはエネルギーとして取り出す過程では炭酸ガスの排出はあるが、カーボン・ニュートラルの観点から、バイオマスが生育時に吸収した炭酸ガスの量は、最後にそのバイオマスが利用燃焼されて排出する炭酸ガスの量より常に多いから、全体として炭酸ガスの排出量は増えない (Carbon Neutral と言う)。

以上からわかるように、いずれのエネルギーも生産過程で炭酸ガスの排出がある事はおなじであるが、どの過程で排出があるかは異なる。電気や水素は自動車の走行中に炭酸ガスの排出がないから如何にも環境に優しいと見えるのである。できるだけ炭酸ガスの排出量を削減するという努力は必要で、しなければ成らない対応であり、できるだけその排出量を少なくしなければ成らない事は言うまでもない。そこで炭酸ガス排出量の削減に対し取り得る対応策を挙げると次の3つになる。すなわち

- 1) 一切炭酸ガスを排出しない、
- 2) 多少の排出は許容するが極力排出削減の努力をする、
- 3) 炭酸ガス排出量削減の努力はするが、それよりはむしろ排出された炭酸ガスを積極的に利用して新製品の開発などで削減効果をあげる、

ということになる。3) についてはユーグレナ・プロジェクトが既に起業化している。ビジネス・モデルはすでに本シリーズでも紹介しているが、ユーグレナ (ミドリムシ) が大量の炭酸ガスを吸収する能力を有することから炭酸ガスを用いて培養、大量生産し、肥料、家畜の飼料、健康サプリメント、食品などを生産すると共に、ジェット燃料もバイオ燃料で置き換えようと言う計画で有り、既にフライト試験も実施、実証している。火力発電所から出る大量の炭酸ガスを大気中に放出すること無く集めて貯蔵、利用してユーグレ

ナ生産に当てるといふものである (CCSU. Carbon Capture Storage Utilization)。

さて、ここで話題になっている電気自動車を燃料電池車、水素自動車、バイオ燃料自動車と比較して考える。電気自動車は蓄電池に貯めた電気を用いて走行する。燃料電池車は水素を供給して発電し（水の電気分解の逆プロセス）、その電気で走行する。水素自動車は水素をガソリンの代替として利用するもので、従来の、或いは既存のレシプロ機関がそのまま利用できる。電気自動車は従来のレシプロ機関に代わって個々の前輪後輪に内蔵したホイールイン・モータを駆動して走行するのでトランス・ミッションもクラッチも不要である。トランス・ミッションが占めていた空間は電池で占められることになる。電気自動車は構造的にも従来の自動車のエンジンやファイナル・ドライブ、トランス・ミッションなど場所を取るコンポーネントが不要となるが、生産ラインでは大きな変革を強いられる。部品点数が減ればそれだけ従業員数も減らさねばならない。新しい生産ラインの立ち上げ、変更には余分な投資、出費がかさむ。水素自動車であれば従来のレシプロ機関が「利用できるから生産ラインの変更は少なくとも済む。燃料電池車は水素を供給して発電し、その電気で走行する。水素のみの供給で走る水素自動車があるのに、わざわざ水素を発電に利用してその動力を利用して走るシステムはいささか無駄なシステムに見える。エネルギー生産に於ける変換プロセスではそのプロセスの数が増すほどEPR (Energy Profit Ratio) は悪くなるから、できれば変換プロセスの数を少なくする事が賢明である。さすが電池の収容スペースも不要と成り、代わりに水素（液体水素）のタンクが置き換わる。未だ水素ステーション（水素給油所）の数が少ないために水素自動車、燃料電池車普及の支障になっているが電気自動車は水素自動車に比して未だ考慮すべき問題点が残る。寒冷地で渋滞に遭遇し、雪で走行ができなくなると車中の運転手は暖房が必要になる。暖房に電気を使うとその消費量は激しく、一旦使いすぎると充電に時間が掛かる。渋滞で駐車中は電気を運ぶ事も出来ない。車には電装部品が多く収納されており、暑いときや寒いときの冷暖房、前照灯や方向指示器、エンジン始動のセルモーターなど、車に電気は必要ではあるが、主要動力源として電気を用いると上記のような場合、電気依存への信頼度が低下する。電気自動車の欠点のひとつに充電時間の長さが指摘され、その短縮と1回の充電でカバーできる航続距離の延長が探られている。双方共に改善に向けた技術革新は見られるが、水素の給油時間3分間や液化水素にしての体積1/800倍が如きは、もう既に電気自動車を遙かに超えている。水素は体積当たりのエネルギー量が小さく、天然ガスの1/3程度で、効率的に輸送・貯蔵するために様々な方法が実施または開発中で、一般に圧力が15~20MPaになるまで圧縮し、シリンダーやそれを束ねたカードルの状態で輸送される。燃料電池自動車では、1回の水素充填で長距離(750km)を走行できるようにするため、水素ステーションで70MPa(大気圧の700倍)の高圧で水素が充填されます。このため、水素ステーション向けの圧縮水素は45MPaで運搬され、水素ステーションで70MPaまで昇圧され、水素を20MPaの高圧にする場合、体積は1/200に圧縮されますが、水素を液体になるまで冷やせば体積は1/800になります。同じ容量の容器であれば、液化により4倍多く充填できます(参考:独立行政法人中小

企業基盤整備機構)。バッテリーの開発は自動車以外にもその用途を考えると充電時間や蓄電容量など破格の改善があっても然りであるが電気自動車への利用には暗雲が立ち込めている感がする。供給した水素をなぜわざわざ発電した電気を使って、車を動かすのか、無駄ではないかとの単純な疑問が出るのは自然である。燃料切れでも水素は運搬が可能であり、貯蔵タンクの安全性も著しく向上し、将来的にエネルギーの向かうべき方向が水素である事を暗示している。ここでは、HV (hydrogen Vehicle), BV (bio-fuel Vehicle), FCV (Fuel Cell Vehicle), EV (Electric Vehicle) を取り上げたが、最近日本の大手自動車企業であるT社がタイのCP社と組んで家畜の糞尿などの秘説物を利用しバイオマス・エネルギー(バイオガス)から水素を作り利用するジョイント・プロジェクト立ち上げを発表した。筆者が籍を置く再生か縫えエネルギー学部ではこの発表をどの様に受け溶けているのだろうか。このような企業社会の動きに素早く反応し、すかさず論評できる準備が残念ながら用意できていない。一応やっているとか人並みに同じような事をやっていると言うレベルではなく、名前に恥じないその分野でのリーディングを目指し、その位置を維持すると言う気迫は無い。世の中の動きに敏感に反応できる大学であって欲しいものである。やるからにはタイ・オリジナル創造に向けた志が欲しい。社会は社会、大学は大学と言う、無気力、無反応、無関心でいられる世の中では無くなってきている。時代を先取りする世界のリーディング・ユニバシティ(World leading university)を目指した戦略が見えないのは寂しい。

<参考資料>

Global Human Resources Development for Asian Sustainability through
Higher Education

<https://drive.google.com/file/d/1iTDmuENwvKwRDiUQ8V5U059pYxqxPp0j/view>

Prof. Dr. Nobutaka Ito, Visiting Professor, School of Renewable Energy,

Maejo University, Thailand nobuito@mju.ac.th

<https://drive.google.com/file/d/1-F7jloVAr0FKADSggmpgkSdrv4Y7HAJx/view?usp=sharing>

<https://docs.google.com/presentation/d/1-LT->

[RUioflu3MKo0e3szOU1NX2ZZi73v/edit?usp=sharing&oid=102697071813213304220&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/presentation/d/1-LT-RUioflu3MKo0e3szOU1NX2ZZi73v/edit?usp=sharing&oid=102697071813213304220&rtpof=true&sd=true)