

人とエネルギー・資源

株式会社テクノバ

(前) 代表取締役社長 赤司 達

はじめに

2010年後半、尖閣諸島や北方4島など日本の近くで、領海・領土を巡って争いが生じた。古来、領土問題は戦争のたびに生じて来たが、なぜだろうか？ エネルギーや資源を求めるのが戦ではないだろうか？ 古代ローマ帝国やモンゴル帝国等に限らず「大王」と称された指導者は自国に多くのエネルギー等を略奪してもらした人ではなかったか？ と思われる。そこで人間にとってのエネルギーの変遷を振り返りながら今後のエネルギー・資源を考えると共に、長年係わってきた自動車産業にも触れてみたい。

1. エネルギーの変革

46億年前の地球誕生以来、徐々に生命体が出現・進化して人類の祖と考えられる生物が誕生したのが約700万年前といわれ、以降、200万年前の原人、50万年前の旧人を経て、われわれの先祖と思われる新人は約10万年前に出現した。これらの進化の過程において、最初のエネルギーとして「火の利用」が170~40万年前に落雷などの偶然から始まったと考えられる。第2のエネルギー革命は、1万2千年前からの農耕、牧畜の開始で、その後3千年前の第3の革命、鉄の利用は農耕具や武器に大きな役割を果たしてきた。最初の人工エネルギーとしては第4の革命、火薬の発明である。強力な武器となり後のルネッサンスや宗教革命、市民の台頭の

引き金にもなった。第5の革命、石炭の利用は今から500年前で、その後蒸気機関の発明などにより産業革命を実現した。画期的なこの機関は工業の本格化を引き起こしたが今日の地球環境問題の原点にもなっている。この第5の革命までのエネルギー・資源は主に人力である。従って戦利品として広い土地、働く人（特に若い男女）、牛馬羊などの家畜が目的であった。第6の革命は150年前の石油の利用で、運搬にも便利な液体燃料と内燃機関の発明により産業、生活面は飛躍的に発展・向上し、今日の電化製品や自動車等の便利な機器の普及を生み出した。そして今は第7の革命、原子力が注目されてきている。エネルギーの変化は第1の革命以降、急速に進化し、より強力になってきた。エネルギー革命は人類の限らない快適性、利便性の追求の結果として生じ、技術的論理で進化し生活様式や形態、考え方の変化をもたらした。資本主義や民主主義などの社会的制度とはあまり関係なく進化したと思われる。

2. 第7のエネルギー革命は？

現在は原子力という第7のエネルギー革命が進行中である。エネルギー革命はなぜ必要か？ まず発展途上国を中心とする人口の大幅増によるエネルギー需要の増大、2030年には地球人口は85億人とも予想され、必要なエネルギーは1.4倍の120億トン（石油換算）と言われる。昨今、問題のCO₂排出量は2030年には1.35倍の400億

トンとも試算されている。以上のような将来に
応えるためにも原子力を中心とするエネルギー
革命が必要である。また産業界からはエネルギー
革命に対応する技術、設備、インフラ整備な
どの大きな市場（エネルギーで約30兆ドル、
CO₂抑制にも20兆ドル以上）も魅力でBIGビジ
ネスのチャンスになる。

今後、エネルギー革命が進むと関連ビジネス
や生活環境はどうなるだろうか？ 原子力の実
用化はまだ短い歴史だが、基盤は20世紀に発
見された重要な理論によるもので、アインシュ
タインの相対性理論である。当初は原子爆弾と
いう悲惨な結果をもたらしたが、今日ではエネ
ルギーなどの平和的利用が注目されている。今
後はもう1つの大きな基礎理論；量子力学の世
界（情報工学）とエネルギーのドッキングした
システムが注目されてくる。省エネ・環境の点
から大容量情報処理システムによるエネルギー
供給の最適制御などが開発中である。

原子力発電は過去に大きな事故もあったが、
中国、インド、東南アジア、中東諸国等の途上
国で新たに多数建設される動きがあり、さらに
欧米諸国では建設、利用の中止方針を転換する
国も出てきている。今後は安全性に係わる技術
・信頼性次第だが、設備としては核燃料サイ
クル化、原子炉の高効率化・小型化などが開発
のポイントになる。我が国では原子力工学を専
攻する学科や学生の減少が課題となっており、
原子力関係技術者の積極性と自信が望まれる。
被爆国として放射能に対する怖さがあるが、マ
スコミを含め信頼できる原子力利用設備につ
いてその重要性をもっと考えるべきだと感じる。

3. エネルギー関連ビジネスの様変わり

半世紀前GM、クライスラーなどのBIG3は我
が国のカーメーカーから見れば雲の上の存在で、
いかにして日本の自動車産業を存続させるかが
一番の問題であった。しかしながら、GM、ク
ライスラーは実質崩壊した。これらはエネルギ

ー、環境問題などとは無縁ではなかった。原油
が低価格で安定推移した間は大量・大馬力の
自動車が当たり前でカーメーカーもそれらの
ニーズに合致する新型車を売り込み多大な利益
を得ていたが、排気ガス問題をはじめとする環
境対策で後手になり、CO₂や省エネに対する社
会的要望に対応することが出来ず、日本などの
エコカー攻勢に敗北したと言える。自動車産業
は百数十年の歴史だが百年企業の難しさは例外
ではなかった。日本のカーメーカーはこれから
が百年企業への勝負どころであり予断を許さな
い時期にさしかかってくる。

エネルギー産業界においてはいわゆる石油メ
ジャーの時代もやがて終焉することになる。昨
年、BPのメキシコ湾海底油田から約70万KL
の原油が流出したが、世界の採取可能な残存原
油量は確実に減少しており、地球の採取可能埋
蔵量2.2兆バレルの約半分がすでに採取されたと
言われ、残りは富士山の体積の2.5個分であ
る。原油の供給量が需要量に追いつかない時点
はピークオイルと言われて久しいが、今後20～
30年とみられている。世界経済の動向により需
要量は増減するので、少しは後送りされるかも
しれないが、近い将来ピークオイルの時期が確
実に到来する。深海などの手つかずの油田など
への期待もあるが、深海や深い地底からの採取
には莫大なコストと大きな危険性があり、採算
が合うようなエネルギーとはならないであろう。
昨秋のチリの鉱山落盤事故は警鐘となったと考
えられる。石油、石炭などの化石エネルギー資
源に代わって太陽光、風力、水力などの自然エ
ネルギー、植物主体のバイオエネルギーなど多
様化が進展すると予想されるが、全エネルギー
量に占める割合は一部に限られ、各国の立地条
件で大幅に異なるであろう。日本においては太
陽光、風力は効率的に発電可能な地域、時期が
限定される。山間部の多い我が国では溪流を利
用した小型水力発電システムに着眼するのも方

策だと思う。円筒形の小型発電機を溪流に設置したり、小型の水車を利用する方法が考えられる。石油や天然ガスなどのような大量の輸送可能な資源に比べると手間がかかり面倒ではあるが、地形を有効に利用することは外国の影響も受けない優れた方策となる。

4. 情報とエネルギーのドッキング

これからの世界では省エネルギー、CO₂の抑制などの環境対策に今までとはレベルが違う計画・実施が求められる。人口の大幅増にも応えるために、世界中で100を超えるスマートシティ構想の実証試験計画が進行中である。スマートシティ構想には省エネを狙ったコンパクト都市構想と、エネルギー・環境情報制御システムを主とするスマートグリッド構想、省エネ交通都市構想など様々あるが、総称して“スマートシティ”と呼ばれている。スマートシティ創造産業は40兆ドル市場ともいわれる膨大な構想である。コンパクト都市創造の代表例として2020年完成予定の中国天津生態城がある。400×400Mの区画を30万平方kmの敷地に16区画配置し、35万人が居住する。区画ごとに住居、商業、教育、産業などに分け、自動車不要の交通網、再生可能エネルギー利用率20%以上、排水再生利用率100%、ゴミ回収利用率60%以上を目標として投資額は3兆5千億円を見込んでいる。

生態城の「城」は住居の意で、古来中国には各地に城壁で囲まれた城や街があり王を中心に営みが行われ、この形態は城や国の文字の字源にもなってきた。限られた区画での生活には慣れていると思われるが、人間の“自由に広く、遠くに行きたい”と言う欲望との両立をどうするのか？ また将来、建物が老朽化し維持コストが急増、廃墟化、無法地帯化など“負”の顕在化も心配される。建物や設備などハードのみが街ではない。都市は住む人、価値観、習慣など様々な人の要因で成り立つ生きものである。

スマートグリッド構想は米国などで検討され

ており、エネルギー（電力）の安定供給、節約、CO₂低減などに有効と考えられるシステムである。多数のセンサー情報と通信ラインを利用し、時々刻々の最適電力配分；風力発電など不安定な再生可能エネルギーと安定電力との最適共用などをきめ細かく制御して効率的な配分を行うものである。省エネ交通都市構想は人の移動量情報をベースに公共交通機関の配車、経路などを最適化して輸送用のエネルギー効率を高める狙いである。これらのスマートシティ構想の成否は量子力学理論から発達した大容量情報処理システムにかかっている。したがってソフト面を含むトータルの信頼性が鍵になる。

5. これからのエネルギー戦略は？

今後のキーワードは地球温暖化、省エネルギー・資源、原子力であろう。

(1) 地球温暖化や異常気象；CO₂との関連については影響があると言われるが、程度の大きさなどまだ完全には解明されていない。地球の地軸、公転、自転など様々な要因で北半球は気温が上昇し易いとみられるが、長期的には地球の低温化の予測もあり、現実には南極大陸中心部の氷層が厚くなっているデータもある。CO₂排出量は世界の景気に大きく左右される状況にある。リーマンショック以来の不況で先進国の排出量は2007>2008>2009と減少し2009年は1990年レベルに近いと言う推測もある。

(2) 省エネルギー・資源；地球という“地の宝の蔵”が持っていた自然資源（エコロジー）は人類誕生以来、現在迄にその1/2が経済（エコノミー）に費やされたと考えられている。しかもその殆どは僅か200年ほど前の産業革命以降の極めて短期間に費やされたものである。残りの1/2を末永く子孫に残す知恵と工夫、実行が重要である。省エネルギー・資源は必要な対策であるが、少し意地悪な見方も考えてみたい。つまり省エネルギー・資源は人間の便利さ、快適さ追求の手段として発達したという見方で、

自動車や家電機器などの便利な道具は逆説的には省エネルギー・資源の産物と言える。確かに非効率で重厚長大な機器は一般的に普及しない。利用効率の悪い商品は売れないからエネルギー・資源の需要も伸びない。2011年秋の省エネ製品対象のエコポイント制補助の結果として大量の家電機器、自動車が売れ業界の景気回復も一時的にみられたが需要先食いの感もある。個々の機器（ミクロ的）は省エネでも全体的（マクロ的）には大量のエネルギー・資源を費やすから省エネ・資源にはならない。

今後、自動車は発展途上国向けに各社が大量のエコカーを販売する計画が出ているが、世界中で大量の車が走れば消費エネルギーは膨大なものになる。ミクロ的な省エネルギー対策のみでなく、エネルギーの利用方法などマクロ的な対策が一層重要になる。

(3) エネルギー源として原子力の比率を高めることはやむをえないと思われる。化石燃料系エネルギーの枯渇やCO₂を出さないエネルギーも求められており、安全性、信頼性の確立に向けた研究開発の促進が望まれる。現在、我が国の長期エネルギー戦略は下表の案が公表されているが、化石燃料の比率は現在の半減を設定している。

世界各国の事情により異なるが、低廉で安定的なエネルギー・資源供給を自立または半自立的に確立する必要がある。一番重要なのは国民一人一人が生活習慣も含めてどんな道を歩もうとするか真剣に考えることであろう。

6. 自動車産業のこれから

戦後、日本の自動車産業は、廉価な国民車の

開発、快適性の追求、安全性の向上など機器としての確立を目指して歩み、小型車中心に世界で信頼を得るまでに成長し、近年は世界1、2のカーメーカーも実現してきた。機器としてのみならず、求められる対環境性や企業の倫理性などにもタイムリーに対応し、感性、安心、直感性など最近のニーズへの対応なども評価されている。日本のカーメーカーが「追いつけ、追い越せ！」と目標にした欧米先輩各社がニーズの変化に充分対応しないまま経過した結果はBIG3の凋落などに繋がったと言える。特に米国メーカーは安全や排気ガスなどの世界標準を国を挙げて推進し他社の追従を許さない勢いを持ったが、その地位に甘んじた結果、日、欧各社の技術開発に遅れを取る結果となった。

2010年、世界の自動車販売数を見ると、中国は1800万台、米国は1200万台、日本は600万台である。中国の自動車市場は今後も急激な伸びが予想され、長年にわたって最大の市場であった米国の地位低下が鮮明になっている。将来はインドやブラジルなどの発展途上国の伸びが中心になる。中国では、日本がそうであったように廉価車から上級グレード車に移行する動きも見逃せない。需要のある現地での生産は一層拡大するが、中国では先進海外メーカーとの合併企業のみならず、チェリー（奇瑞）、BYD、ジーリー（吉利）などの民族資本新興企業が注目される。自動車以外の企業からの参入も盛んで、従来にとらわれない投資（設備、人材、経営、販売など）や新しい商品企画・戦略の展開も予想される。積極的な日米欧からの人材、設備の導入も行われ、日本からのOBのヘッドハンテ

	原子力	再生可能	水力	地熱	小計	石油	石炭	天然ガス	小計
2007	10	1	3	0,2	14	48	21	17	86
2030	25	10	2~3	1	40	20~25	15~20	20	60
2050	35	15	2~3	1	55	15	10	20	45

我が国の長期エネルギー戦略（準自立型）パターン（％）

イングによるノウハウの徹底的な吸収に努めており、機器・部品は先進メーカー品を手本に性能、信頼性は急速に向上するであろう。

自動車を取り巻く環境変化も中国に味方する可能性が高い。環境対策としてEV（電気自動車）市場の本格化が予想されるが、EVは従来車の内燃機関、変速機など熟練、経験を必要とする要素が少ない、バッテリー、モーターの世界である。またEVは先進カーメーカーにとっても未経験分野が多く、新規参入のハンディも小で、同じスタートラインからの出発になる。EV用レアメタル資源も中国に有利である。今後、中国カーメーカーは廉価なエンジン車を東南アジアなどに積極的に輸出しながら、次世代のEV時代には新興メーカーなどで一気に覇権を狙ってくると思われる。

EVはバッテリーなどの性能や信頼性から本格化するにはまだ相当の時間を要すると思われるが、我が国の自動車産業地図もEV時代には様変わりするかもしれない。現在は中部、関東主体だが関西の電気産業地区に比重がかなり移る可能性もある。戦後の経済成長を牽引してきた自動車産業であるが、今後は中国、インド、ブラジルなどでの本格的な現地化で生き残りを掛けることになるであろう。

7. これからのエネルギー・資源とのつきあいは？

エネルギーや資源問題、地球温暖化問題など人類誕生以来最大の問題に直面し、省エネ、省資源、さらに長引く景気の低迷などエコ・エネ疲れの現代人があふれている。地球が46億年かけて安定的に貯蔵していた箱からC；炭素を様々な手段で地表に引き出し利用した結果だが、地球の歴史を1年間に例えれば、わずかに大晦日の除夜の鐘を打ち終える直前の瞬時の瞬きに相当するような、短時間の産業革命以降に膨大な量を消費するようになったために、未経験の

現象が顕在化し困惑している状況と思われる。

視点を変えて人間開発指数とエコロジカルフットプリントについて考えてみたい。国連開発計画の「人間開発レポート」では、世界各国ごとの経済、健康、教育なども含めた生活のレベルを表す指標としてHDI（人間開発指数）を0.0～1.0に評価分類している。発展途上国は0.0に近く先進国は1.0に近い。ニジェール0.33、パプアニューギニア0.53、インド0.68、中国0.77で先進国はロシア0.82、メキシコ0.85、UAEO 0.90、独、仏、米、日0.96である。一方、それぞれの生活を行うために人間が社会経済活動を通じて消費した自然資源（エコロジー）を回復、再生産、継続的供給を行うために必要な土地面積の割合から算出した値をEFP（エコロジカルフットプリント）、1人当たり環境負荷指数といい、インド1.0、ニジェール、パプアニューギニア、中国1.8、南ア2.8、メキシコ3.2、日、独4.0、英、米9.0である。EFPは1.8～2.0以下が持続可能な環境負荷限界値と言われ、HDIは0.8以上が人間的・文化的な生活レベルの境界を示している。これら両面からみると、中国、メキシコ、日本、独等は比較的均衡点に近いが、世界中が米国並みの生活レベルを維持するには地球が5個必要になる。

このような限りある地球の資源を今後どのように使用するか？ 米国の2人の技術者が「Living without Oil」と題してディスカッションし、将来の3つのシナリオを提示した話は興味深いので紹介したい。A案は、資源を使い切って何もなくなったイースター島の故事のように、地球温暖化などに対応できず滅亡する。B案は、宗教革命のマルチンルーターのよう、「明日、地球が消滅するとしても私はリンゴの苗木を植え続けるであろう」と最大限の努力をする案。C案は、オストリッチのように、現実逃避、今の現象は自分には無関係で影響無い、だからなにもしない、結果はA案に類似と言う案。今後、

どの案を選択し生活するかが極めて重要と思われる。昨秋、都内の大学で学生諸氏にこの話をしたところ、約7割の学生がB案に共感し、約2割の学生がC案と答えた。これからの若い世代の人達の的確な判断に安堵すると共に、エネルギーや資源に関する教育の一層の重要性を再認識した次第である。

おわりに

領土紛争やエネルギー・資源の争奪が古代からの戦争のベースであると述べたが、今日では武力よりも経済の名の下での争いが起きている。注目されているレア資源は2～3の限られた国に偏在し、その優位性でさらに覇権を得ようとしている。我が国はエネルギー・資源に恵まれないまま努力を重ね、今日状況を確保してきた。エネルギーや資源保有国の優位性(ゲイン)を相対的に低くすることがこれからの日本の歩む道と思われる。そのためには得意の教育、技術分野を活かし、「智」を強化・充実することが重要で、特に工業関係分野の一層の活躍が求められる。レア金属の原料は少ないが、国内での使用済み機器に内蔵されている量は世界の埋蔵量にも匹敵するともいわれる。ゴミとして処分することなく効率的にリサイクルさせる技術を磨き、資源保有国のゲインを小さくし、国土の地形を上手く利用して溪流からの垂れ流水を活用することや荒れた山林の整備などで動植物の活力をよみがえらせることでエネルギーや食料保有国のゲインを下げる等、従来とは異なる発想の企画・開発が必要になるとと思われる。

バブル崩壊を頂点とするまで右上がりの経済指標を唯一に走ってきたが、今後、再現は難しく、新しい指標の確立が求められている。2011年を迎えマスコミ各誌にこの面から座標の変換記事が目立ってきた。経済社会の実態は国内総生産(GDP)に代表される統計値で表されてきたが、サルコジ仏大統領は「われわれは数字という名の宗教、市場という名の宗教をつくりあ

げ、それにみんなががんじがらめになってきた」との問題意識を表明している。「生活のレベル」は物的指標だが「生活の質」はモノではない豊かさを示す。若い世代には生活のホームベースを転じ、身の丈にあった消費生活で満足し、経済的・物的豊かさから脱却する兆候もみられるようになってきた。まだ企業のトップの大半は右上がり経済の申し子が占めており、当分はミクロ的省エネ・資源商品を開発し新興市場に売り込むことが続くと思われるが、マクロ的な省エネ・資源の必要性が認識される時代がやがて到来するであろう。

スマートシティ構想は各地のコンパクト都市化計画に反映されるだろうが、東京は世界の都市計画専門家から「有数の省エネ都市である」と評価されている。公共交通機関が網羅され自分の脚で移動可能であること。江戸時代の生活の様子を示す図には、当時の人々が物売りやものづくりを自分の脚で行っている様子が生き生きと描かれている。これらは自然との素晴らしい共生を250年間も維持して、省エネ・資源文明を築いたDNAの祖と言える、これからの日本人の知恵として見直されるべき教訓であろう。

EVの発展は進むが「世界自然遺産の秘境にもEVなら入れるだろう」などと自然との共生において活用を誤ってはならない。秘境は立ち入らずそっとしておくべきものである。

「ゆたかな現代ほど、ほど良い貧を」。

〈参考資料〉

国連開発計画による「人間開発リポート2009年版」

「エネルギー革命がやってきた」松井賢一著(熱・電気エネルギー財団)

「江戸の遺伝子」徳川恒孝著(PHP研究所)

「一目でわかる江戸時代」竹内 誠著(小学館)