レミングたちの行く手　　－むだ、ムダ、無駄ァ！－

『 Lemming , Whither are they going ? 』　～ Vain ! ～

市民科学者 : 橋本 正明

我々の住む世界には様々な分野で多岐に渡る問題がある。しかし、いかに細分化・専門化しようとも世界は一つであり、個々の事象はその一部を切り取っているに過ぎない。私は今や個々人が把握しきれなくなってしまった世界のカタチを私なりのやり方で論文として炙り出してみようと思い立った。それは三つの大きなくくりで構成する。まずＡは様々な資源に起因する諸問題について、Ｂは再生可能エネルギーの可能性、Ｃでは我々はどこに向かうべきか考察する。以下は私がＣ部の３番目の章と位置付け、今後の日本の在り方を考える上で重要且つ早急に論じられるべきエネルギー問題に関する論考である。

Ｃ：明日を掴む

Ⅲ）Vain ～むだ、ムダ、無駄ァ！

我々の周りを見渡してみよう。そこには驚くほどの重複や一見して解るほどの無駄が溢れ返っている。例えば真冬にガンガン暖房の効いた部屋に半袖のシャツという出で立ちでアイスクリームを頬張るような生活、節電や省エネルギーを呼びかけながらもオール電化で家全体のエネルギーを賄おうという変換効率を無視した行為など枚挙に暇がない。

では実社会ではどうだろう。産業界を見渡すとまず我々は原油に依存した社会構造に遭遇する。それは燃料だけでなく、化学繊維をはじめとしたマテリアルにどっぷりと浸かっている。そして燃料は炭素発生源として、化学製品は脂溶性の毒劇物を吸着し生物濃縮によってじわじわと生態系を侵食しつつある。そうかといって次世代における究極のエコ燃料と評される水素もまた怪しい存在である。果たしてその普及は一般市民の懐具合や社会全体のニーズを捉えたものだろうか。国策が先行するかつての原子力産業の二の舞になったりしないか。いや、そこには原子力産業の復活の目論見が隠されていないだろうか。

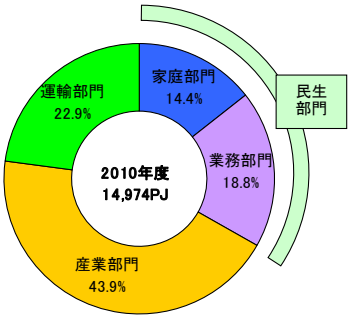
そして思い返してみよう。『あの日』一瞬にして日本が営々と築き上げてきた自慢のインフラがことごとく壊滅し、人々は電力会社の大本営発表に基づく『計画停電』という名の国家総動員令の洗礼を浴びることとなった。しかし、その後の血の滲むような努力のおかげで従前我々がいかに無駄なエネルギーを使用する生活に馴らされていたかを知ることになった。それは先行する国策の行き着いた末路でもあった。だが我々はそこで『ネガワット』という武器を手に入れることができた。そしてこの絡繰りを躱すために『エネルギー・ハーベスティング』を利用した新たな手法を編み出し闘い、そして無駄な金を先行きの見

えない暗い道の彼方へ湯水のように注ぎ込むのを思い止まり、国策という名のアクセルを目一杯踏み込むことを止めさえすれば、それらの結果導き出される未来は今よりもっと明るくなる筈である。しかし、それらが止まる気配は全く無い。

アクセルとブレーキを同時に目一杯に踏みながら我々はどこに向かうのだろうか。

1）ムダ遣いこそ真の『富の逸失』

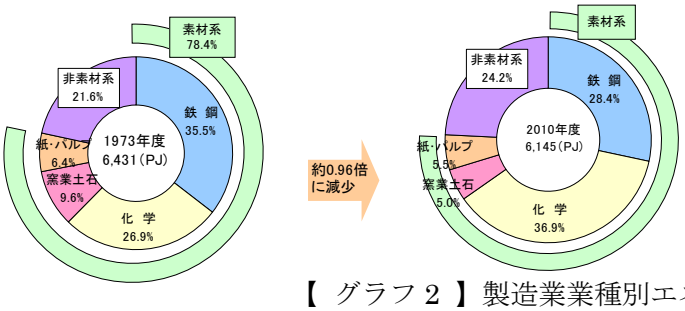
東日本大震災が発生し、原発事故により火力発電への依存度が高くなってから富の流出というキーワードがしきりに叫ばれているが、そもそも時代遅れで問題を先送りしながら汚染物質を溜め込むようなエネルギー政策などによる富の浪費こそが富を著しく失わせている主因であり、単なる流出よりも遥かに性質が悪いだろう。エネルギー白書（2012）によれば、2010 年度でのエネルギーの総需要は 14974PJ（ペタジュール＝10 の 15 乗 J）であり、これを大きく 4 つのカテゴリーに分類し、尚且つ 1973 年と比較してみることとする。



【 グラフ 1 】最終エネルギー消費の構成比

(注)構成比は端数処理(四捨五入)の関係で合計が100%とならないことがある。
(出所):資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

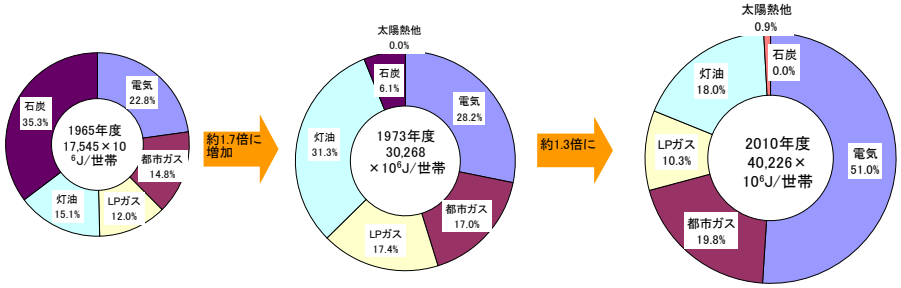
①産業部門　：エネルギー総需要の 43.9%を占め、9 割は製造業。1973 年では主要産業の鉄鋼部門が大だった（35.5%⇒28.4%）が、現在は化学部門が最も多い（26.9%⇒36.9%）。特筆すべきは化学部門には素材原材料としての石油が含まれる。日本の主に石油消費構造はその 4 割以上が産業消費であり、そのかなりの部分がマテリアル消費である。



【 グラフ 2 】製造業業種別エネルギー消費の推移

(注)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。化学業のエネルギー消費には、ナフサ等の石油化学製品製造用原料を含む。
(出所)資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

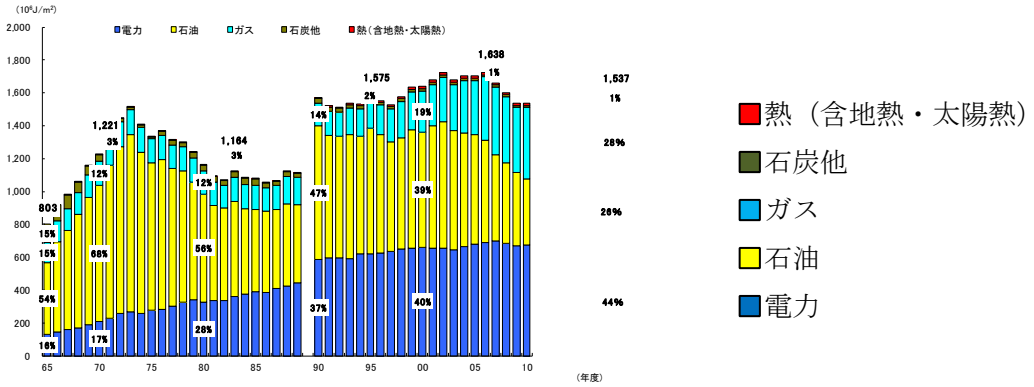
②家庭部門　：14.4%を占める。1973 年では電気、石油、ガスの割合が拮抗していたが、近年でのエアコンなど冷房による電力需要の伸びが著しく、ほぼ半分を占める。



【 グラフ３ 】家庭部門におけるエネルギー源の推移

(注1)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
(注2) 構成比は端数処理(四捨五入)の関係で合計が100%とならないことがある。
(出所)(財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

③事業部門　：18.8%でそのうちの 49%が給排水や換気などの動力や照明である。オイルショック以降は主要エネルギー源が石油から電力へと推移している。

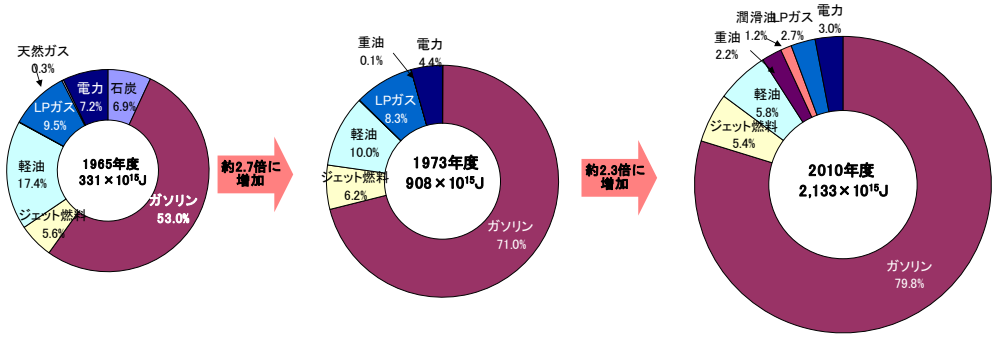


(注)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
ガスは都市ガスとLPGの合計である。
(出所)(財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

【 グラフ４ 】業務用エネルギー源の推移

④運輸部門　：全体の 22.9%を占めるがそれは 1973 年の約 2.3 倍の数値である。そのうち 62.2%を旅客（運輸が残り 37.8%）が占め、さらに旅客分野で消費する燃料は 79.8%がガソリンである。

【 グラフ５ 】旅客輸送のエネルギー源別消費量の割合



(注)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
(出所)資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

これらから判るのは我々が日々の生活の中で熱や電気、内燃機関の燃料エネルギー源として石油を使うだけでなく、食料品や贈答品を包装し、また容器として一度使ったきりプラスチックゴミ（以下プラゴミと記述）として無駄に燃やし続けていることである。ましてやプラゴミのポイ捨ては野焼きも同然、我々自身が汗水流して蓄えた国富で購入した貴重な石油資源を投げ捨て、山林山河を埋め、動植物の生態系の物質循環サイクルを歪めているだけでなく、マイクロプラスチック（微小粒子状プラスチックのこと、以下マイクロ P と表記）が有害化学物質を吸着し、自然生態系で生物濃縮されて我々自身の健康を蝕みはじめている。即ち我々は日常の何気ない行動の中で毎日貴重な石油資源を捨てているだけでなく、天に向かって唾を吐き自らに毒を振り撒いているのである。これを国富の逸失以外に何と呼べるのだろうか。

これに対して我々の成すべきことは何であろう。答えは明白である。『過去の地球上から除去された炭素である石油を始めとする化石燃料の産出を止め、速やかに代替の燃料及びマテリアル原料への移行を進めること』である。それでは直ちにそれができるか。答えは否である。それではどうするのが良いだろうか。

まず燃料分野への根本的な対策としてカーボンフリーな燃料資源として近年研究が進められている藻類由来や非食用植物のセルロース分解由来のバイオオイルやバイオエタノールによる代替は根本的に非常に有効である。そして常温で液体あるということはその輸送に際し固体燃料よりも物理的な取り扱いが容易であり、低温高圧にしなければならない気体燃料よりも物理化学的にその保存や取扱いは有利であるだろう。また、既存のインフラが転用し易くその転換は他の物よりも比較的容易である。充填の所要時間や必要とされるインフラ技術の難易度を考慮すると車に代表される輸送機関に於いては常温液体燃料とバッテリーモーターとのハイブリッド（以下 HV）が最も有効な手段であるだろう。現在ではまだコストの問題があるが、多少乱暴ではあっても自動車が普及した経緯やその手法を鑑みれば『需要が供給を喚起させる』と言っても差し支えないのではないだろうか。

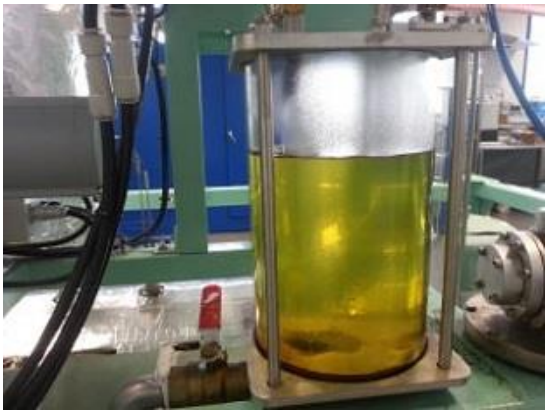
例えば日本の 2010 年の火力発電所での化石燃料の重油換算使用量は 101780×10^3 kl 、比重を 0.95 として重量換算すると 96691×10^3 t である。これを軽油に相当するオイルを産生する藻バイオマスの一種であるボトリオコッカスで置き換えるためにその生産能力を ha 当たり年間 1000 t と仮定すると、必要栽培面積は約 9 万 6690ha となる。これをボトリオコッカスの 12 倍の油生成能力を持つオーランチオキトリウムで代替してみよう。そうすると必要な栽培面積は約 8060ha と推計できる。仮に全国に延べ約 8400ha（平成 16 年時点）あるほぼ全ての下水道処理場でオーランチオキトリウムを生産できればカバーできる数字である。食物と競合しないという部分を強調し、地産地消の動力や暖房や車両用の燃料として使用すれば、二酸化炭素の排出量を削減する絶大な効果をもたらすことにもなる。

農林水産業の新しい雇用策としてはどうだろうか。林業の間伐材処理の副産物としての

応用のみならず陸上養殖の技術を転用することも考慮すれば、新しい林業の形態の可能性が拓け、富栄養化してしまった湖沼の浄化システムとしては漁業・農業双方にとってメリットがあるばかりではなく、副産物が燃料であれば産業のコスト削減にも大いに付与し活性化につながるだろう。そしてもし地方が大都市圏へ向けての油田と電源になれば、莫大な補助金を得るために危険な湯沸かし器を再稼働させずに地域経済を潤す可能性が拓けるのではないだろうか。

もう一つの石油の流用先はより重要である。それは日常使用されている容器・包装を始めとしたマテリアルな利用についてである。これらは最終的にプラゴミとして海洋に投棄されたり、河川から流入し海洋生物への影響が深刻化し、問題視され始めているが、単純なゴミの誤飲が引き起こす腸管などの消化器閉塞による餓死だけでなく、風化して微粒子状になったプラスチックがダイオキシンやPCBなどの脂溶性POP'sを吸着してプランクトンを始めとする海洋生態系の中で生物濃縮され、より生態系高位の生物への影響が懸念されている。これは人体への影響も視野に入れなければならない由々しき問題である。これに対しては対症療法的だが、プラスチック油化装置の導入を提案する。現在製品化されている装置は PP（ポリプロピレン）や PE（ポリエチレン）、PS（ポリスチレン）などレジ袋や発泡スチロール、ペットボトルのキャップといった油化可能なものに制限が有るが、リデュース・リユース・リサイクルの 3 R を回して廃棄物をゼロにし、従前廃棄したものを掘り起こしてでも資源として有効活用し、自然・社会環境の回復を図るべきことであろう。その一方でエネルギーとしてだけでなく、セルロースナノファイバーのような新素材での非石油系素材によるマテリアルな資源としての石油の代替を行うことで CO_2削減のみならず国内からのカネの流出に歯止めをかけられるだろう。

また激甚災害の際には現地での熱エネルギーや動力源、車の燃料などが不足し易くなる。小さな設備でも普及させておくことで身の回りのゴミや瓦礫からプラスチックを分別し油化させれば緊急時におけるその利用価値は絶大であるだろう。平時にはプラスチックゴミの処理方法として油化量に応じデポジットポイントをペイバックさせ油税相当分の補助金を燃料業者へ支給し、油化装置とそのランニングコストを地方自治体が賄うことで静脈産業と燃料供給産業との融合を図り、農業補助政策の一環として草刈り機や自家発電装置への供給、法改正によりトラクター等の特殊車両やディーゼル車両への給油やゴミ焼却発電施設での助燃剤利用ができるのではないだろうか。地方や集落で減っていくガソリンスタンドの対策としてプラゴミを油化して燃料として利用できるようにしたり、既存のインフラを活用するため燃料事業者を優先的に参入させるよう優遇策を執り、速やかに燃料産業



【 写真１ 及び 写真２ 】: 連続式油化装置　NVG-200

の石油系からの移行を促すべきである。そしてさらに、震災で発生した漂着ごみの処理支援策として国内外へ処理機械を提供し運用するのも一つの方策であろう。現在プラゴミは収集されても食品残渣を始めとした汚れ（不純物）が付着していればマテリアルリサイクルは不能になる。まして埋め立ては嵐や豪雨などの気象事象による表土と共に河川や海洋に流出するのを防げないどころか地中でマイクロ P へ変質させる最悪の方策であり、投棄に相等しい。ならば従来埋め立てたものも掘り出しその土地の原状回復だけでなく適切な焼却処理を行う必要がある。そして河川や海洋ではプラスチック掃海艇で浮遊・沈殿しているプラゴミを回収、油化して再利用か焼却し、油化出来ないものは圧縮して RDF（Refuse Derived Fuel　廃棄物固形燃料）化、同様にバイオコークスのように圧縮加工した生ゴミと混焼するなど、とにかくマイクロ P に変化する前段階で適切に処理を行い、これ以上の環境中におけるマイクロ P の増加に歯止めをかけるべきである。

何れにせよ地中や海底に化石燃料として封じられていた炭素が産業革命以後に大量に放出され、下り坂でアクセルを踏み込むように地球気候変動を加速しているのは紛れもない事実である。最終的には藻類や非食植物から得られる植物由来のバイオマス原料を利活用したカーボンフリーな製品を単純な製品のリサイクルでは無く、『化石燃料のこれ以上の増産を直ちに止め代替燃料へ速やかに移行、マテリアルに関しては代替原料利用へ速やかに移行の上で回収・再利用の経済的な仕掛けを以て対応する』のが現実的な解であるだろう。

２）水素は本当に切り札なのか

2014 年 6 月を境に本格的な普及へ急速に舵を切ることになった水素社会についてだが、日本での政治・経済界を中心とした推進活動の盛り上がりと比べると日本以外の国では『水素社会』に対する目は冷ややかなようである。『水素はエネルギーのキャリア（運搬役）にしか過ぎない』という見解がどうやらその根底にありそうである。ならば水素をさもエコな社会の切り札であるかのように担ぎ上げるのはナンセンスではないだろうか。

仮に水素をエネルギーキャリアとして利用するにしても幾つかの手法を各地域に最適のポートフォリオで展開するのがベターであろう。それは例えば、

①原油副生生成物由来の水素、これは原油価格と連動して変動しやすい上に原油自体の成分、例えばシェールオイルとオイルサンドの違いによっても左右されるだろう。これは一時的な措置に止めるべきである。
②太陽光発電の余剰分などを利用した電気分解については、せっかくの電気がモッタイナイ、電気は電気で利用する方策を探るべきである。
③下水汚泥やバイオマス由来のバイオガス改質による水素の製造、生成に一定以上の時間がかかり、一度に生成できる量にも限度があるだろう。
④地域熱供給施設やセメント製造におけるロータリーキルンなど高温焼却炉の熱を利用した水の熱分解による水素製造は展開次第だがある一定量の計画的な確保が期待できるのではないだろうか
⑤人工光合成による水の分解は現在のところ研究の緒に就いたところで技術レベルのジャンプアップが必要であろう。
⑥コールベット・メタン（石炭鉱床に含まれるメタンガスなど）や、九十九里や関東平野一帯の地価の地下水に含まれる天然ガスの汲み上げとガス回収・改質による利用

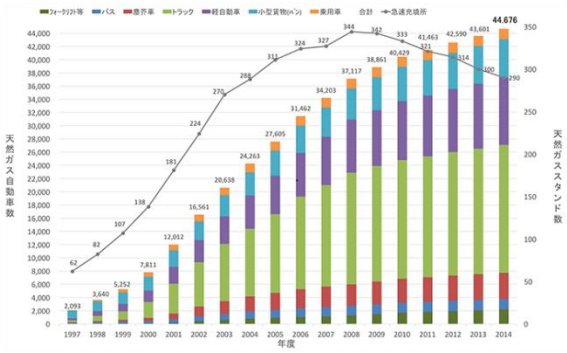
しかしどれとして決定的に有効ではない。所詮はエネルギーキャリアであり、根本的な自然エネルギーではない。しかも、高度のインフラ技術を要する水素ガスの災害時のレジリエンスは極端に低いと言えるだろう。根本的に自然災害大国日本に適したエネルギーキャリア資源であるかどうかは甚だ疑問である。水素は群雄割拠する数々の手法の内の単なる脇役の一つ程度の扱いで十分ではないだろうか。メタンガスや天然ガスをわざわざ改質して保存・取り扱いを難しくする必要もあるまい。

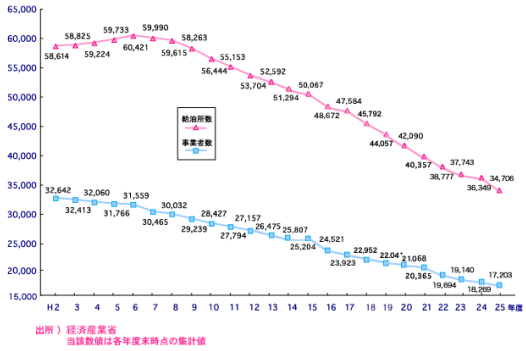
おまけに石油起源の副生ガス改質によって水素を得るのであればやはり原油輸入価格の変動の影響は免れないし、分離される CO_2 を CCS（Carbon Capture and Strage：炭素分離貯留）で処分する必要が生じるのはあまり知られていないが、潜在的にはそれで需要を満たすと言っても果たしてそう上手くいくものであろうか。下水汚泥からの消化ガスであるメタンガスの改質によって地産地消の水素を生み出す方がまだ実際的だが、絶対的な供給量や供給安定性については疑問符が付く。そもそも生活社会における基盤技術としての利用価値・生活者のメリットがあるのだろうか。一方、車の燃料として好ましい条件は

①有害性が低い（人体及び外部環境双方に対して）
②常温・常圧で液体（取扱いが物理的に楽で、ローテクのインフラで扱える）
③ローカーボン（低炭素）
④資源循環型である

であり、理想形は PHV（プラグイン・ハイブリッド）で液体燃料として藻バイオマス（ユーグレナやボトリオコッカス、オーランチオキトリウム、非食米由来のバイオエタノール）などの生物油であると私は考える。今のところいずれもコストが問題だが、大量生産によるスケールメリットと技術革新がそれを支えるだろう。しかしデバイスがいくらエコであっても大量生産・大量消費で製品の LC（ライフサイクル）が短命であることは問題となる。

控えめに考えずとも水素は我々が目指すべき社会には脇役程度（エネルギーの運搬などの一時的貯留）の役目で十分である。もし主役となるなら民間の零細企業や一般の販売店での展開は可能でなければならないはずである。それを考える上での参考に天然ガス車の普及の様子を見る必要がある。グラフを見る限りではここ数年での台数の伸びは鈍化の傾向にあるが増加の傾向は続いている。しかし特筆すべきは充填所が著しく減少の一途を辿っていることにある。これでは将来的な天然ガス車の普及は頭打ちになるのは必然である。





【グラフ 6】天然ガス車と供給所の普及数【グラフ 7】GS 登録事業者数及び給油所数推移

それに現在 GS スタンドの設置には 1 億円程度がかかると言われているが、水素充填所はいくらその普及に 1 ヶ所最大で半分の約 2 億円が補助金として附くと言っても、それでも新規設置するためにはその倍の費用を負担しなければならなくなるのである。しかもその充填所が 1 日に何台の燃料電池車に充填できれば採算が採れるのであろうか。確かに実験段階の現時点では燃料の水素の製造コスト自体が大幅にガソリンを上回っており、採算が採れるように補助金や優遇制度によって業界が厚遇されるのは止むを得ないとしても、水素社会が成立してもなお、手厚い処遇を施さずしてその採算は合わないのではないだろうか。何故なら、水素自動車 1 台の満タン時の航続距離は 500～600 km とされており、一般的な HV 車の航続距離とほぼ同じくらいである。

ここで採算は度外視し分かり易い設定として燃料電池車が 1 ヶ月毎に水素充填所を利用し、充填所には 1 時間毎に 12 台の燃料電池車が充填に訪れ、充填所は 1 日 12 時間営業で 365 日営業しているとしてみよう。計算は至って単純である。

12×12×30＝4320

つまり 4320 軒の家庭が 1 ヶ所の充填所のお得意であればこの計算は成立する。半日だけの営業時間に 5 分に 1 台の充填であるから随分と閑な充填所ではあるが、1 億 2 千万人の国

民一人一人が燃料電池車を 1 台ずつ保有すれば、　$(12000\times10^4)\div4320\fallingdotseq27778$
となり、およそ 2 万 7 千軒の充填所があれば良いことになる。その際に平成 25 年度時点では減り続けているガソリンの給油所はおよそ 34700 軒であること、今や 10 台に 1 台の割合で HV 車が普及していることは留意すべきであろう。

それでは補助金や優遇策を除いて産業として勝負できるような燃料価格となっても供給が過剰になってしまう心配は本当に無いと断言できるのだろうか。それに車を所有し、維持することが可能な若年世代はどれだけ車購入予備軍として存在しているのだろうか。また年収 200 万円クラスや生活保護費需給家庭では燃料電池車を保有できるかも考慮せねばならない。社会における経済格差の拡大が大いに懸念されている現代では有り得ない仮定条件とならないだろうか。それでも確かに営業車であれば日々の走行距離は膨大になるので前述の試算では合わなくなる。しかしそれでは天然ガス車に営業車が多いことと大いに関連性が出きてしまう。経済的に余程のメリットが無ければガソリン車から燃料電池車への切り替えには疑問符が付く、現状のままでは単純に天然ガス車が燃料電池車に取って代わられるだけに過ぎないだろう。上記の表にある給油所の減少や現在のガソリン・石油業界の再編は燃料の需要量の減少に大いに起因しているのを考慮せねばならない。

ならば水素インフラの普及はイタズラに民間の体力を奪うだけではないだろうか。唯でさえ GS は減少の一途を辿っている現在、果たして補助金付きであったにしてもこのような過大なインフラの数を確保するだけでなく、民間経営が成り立つだけの市場を維持することが出来るのであろうか。だとすれば水素充填所のような過剰で不必要な設備への投資は何とモッタイナイことか。我々はもっと投資する優先順位を考えなければならない。

しかし、その一方で島嶼などの離島における水素の存在意義は確かに大きい。何故なら、離島など本土と隔絶した地域社会においては石油などのような海外依存のエネルギー資源は本土から更に高いコストをかけて輸送せざるを得ない。必然的にその価格は高騰し、社会インフラである電気や車両、漁船の燃料に大きな足枷となる。しかし、例えばそれらが現在急速に普及しつつある太陽光発電や風力、水力、地熱などのような再生可能エネルギー（以下再エネ）で置き換えられたにしてもそこにはそれら特有のリスクが残る。水力や地熱以外のエネルギー源は変動幅が大き過ぎ、蓄電技術のブレークスルーが今以て望まれる現在ではそれらは社会における電力需要の全てを賄うには少な過ぎ、より多くの設備容量を導入すると好天時には過剰電力が生じ、ブラックアウトのリスクが高まる。それは電気の性質上、発電量と消費電力量を等しく調整操作する必要性、つまり電力追従性が高い火力発電、もしくは瞬間蓄放電が可能な蓄電池が求められる所以でもあるが余剰電力を利用しないのはあまりにモッタイナイ。それが余剰電力を以て電気分解して水素を取り出し燃料として利用しようという技術の成立するニッチではある。そうすれば遠隔地においては地元で得られる水と再エネから貯蔵できる上に電力追従性の高い水素火力発電システムを中心に据えた地産地消の社会インフラの構築が可能となる。必然的に水素火力発電の設

備容量は電気自動車や燃料電池車を潜在性の高い予備電源に期待できることからかなり抑えることが可能となり、燃料電池船が漁船として導入できるくらいのコストまで下がれば、電解水素が島嶼をはじめとした地域社会の殆ど全てのエネルギーインフラを賄い、理想的でクリーンな社会が形成できるはずである。

だが我々の居る現在、水素を大量生産するのは炭化水素である石油からの副生物が主流で、製造する際には必ず二酸化炭素を排出するため CCS など地中深くに二酸化炭素を封じ込める実証実験中の技術とセットにしなければならない。そしてもう一つ重要な問題として【高温ガス炉】という第 4 世代の原子炉からの熱を利用した熱化学（触媒分解）法で水素を大量生産する手法についてもその危険性を考えなければならない。この製造法では生成水素に三重水素（トリチウム）が混入するが、その物理化学的な挙動は水素と同一のため単離は不能であり、その半減期は約 12 年で一定の期間環境中に『水』として存在することになる。もし燃料電池車などに高温ガス炉という原子炉由来のトリチウム含有水素が使われた場合、かつての高度経済成長期に自動車の排気ガスが沿道や沿線を中心とした大気汚染を引き起こし、深刻な喘息をはじめとした健康被害の原因となったことを鑑みると、今後の燃料電池自動車の普及に伴い沿線でのトリチウム汚染がどのような健康影響を与えるかは未知数であることを重要視する必要があるのではないだろうか。

確かに一見するだけでは導き出そうとしている水素社会は素晴らしい。しかし同時にそれが再エネ由来の余剰電力利用の電解水素である限りにおいてのみであることを我々は念頭に置かねばならない。そのような観点に立つと、水素社会の成立は諸手を挙げて手放しで喜ぶわけにはいかないのである。我々が【ECO】であると信じて全力を挙げて創り上げようとする社会が、気付くといつの間にか更に気候変動を加速させたり、原子力依存社会へ変貌してしまっているのでは元も子も無い。再エネの普及を謳いながらもその供給力以上の大量の水素を必要とする社会が形成され、その需要を賄うカーボンフリーの生産手段として高温ガス炉を新設しようという為政者の意図が透けてはいないだろうか。それでは我々はオセロゲームで四隅を始めから抑えられている状態で必死に勝とうと躍起になっているに等しいのではないだろうか。

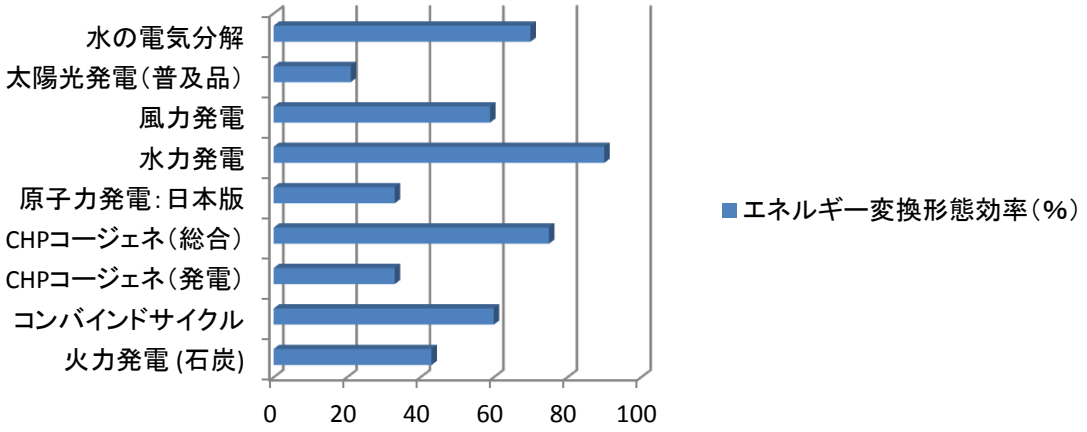
３）ネガワットは社会の構造を変える

東日本大震災後の電源構成比の目標値について 2015 年時点での政権は原発比率を 20～22%に設定し、同年 8 月には新基準での原発の再稼働が初まった。しかしこれはあくまでも比率の話であり総量の話ではない。ならば原発の再稼働量を低く抑えるために全体の電源需要量を下げてしまえばよい。勿論それは社会全体の節電及びエネルギー節約行動によってである。逆に我々が無駄に巨大なエネルギーを使い続ける行動を執り続けるなら原発は既存の再稼働だけでなく新規・新型炉の建設や老朽炉のリプレースによって原子炉が日本中に林立することは避けられないであろう。そして潜在的核抑止力が粛々と築き上げら

れて行くのである。それを阻止するための第一歩はまず電力供給に関する比較的新しい概念である『ネガワット』を行うことであろう。これは『使われなかった電力』のことで、エネルギーの需給設備への投資の考え方を変えて、電力事業者の投資により消費者が使わなかった電力について節電所を建設して得られた電力と同等に評価し、限界効用最大化により効率的な電気の供給を図るという経済学的なアプローチである。これは発電事業者や電力消費者双方にとってメリットとなる。

もう少しエネルギーについて身近な考察を試みてみよう。例えば電気によってつくられる熱や仕事（電車や、エアコンを動かす）は通貨で食べ物や商品（現物）を購買する行為に擬えることができる。現代の社会では照明、モーター、換気、TV、電話、そして発電所自体など電気を必要とする機器が沢山あり、送電網が一旦出来てしまえば遠隔地にエネルギーを送って各地で利用できる。一見すると電気は何にでも変換できる万能選手のように見えるが、火力発電で化石燃料が電気に変換される効率はおよそ 37%前後である。これが送電線で 5～10%ロスした上にさらに家庭での電熱機器の変換効率が約 60%なので、最終的には 20%程度が利用されるに過ぎない。最新型のトリプルコンバインドサイクル発電でも 53～57%程度であり、利用されないエネルギーは廃熱となってヒートアイランド現象の一因となったり、温排水を通じて海洋温暖化に大いに寄与してしまうのである。

【 グラフ８ 】エネルギー変換効率表（形態効率）



例えば、従来の常識による発想に基づくと製造業などにおける熱供給パイプラインは直角に交差し、等分に枝分かれする。しかしそれでは分岐・合流の際にかなりのエネルギーロスが発生してしまう。流体流速のベクトルを考慮し、進行方向に対して鋭角・不均等（少量）分割することで内部流体の移送に際しての本来必要の無い物理的要因によるエネルギーロスを逓減しパイプ自体のエルボ（曲がり）部分の損耗を抑制し、交換にかかる費用や交換の際のラインの停止による機会費用コストの削減を図ることが可能となるのである。

従前は無意識的に、システム本体の各パーツをいかに集中的・コンパクトに纏めるかを発想の前提としており、自ずとそのフォルムは角張って立方体に近い直方体に近いものに

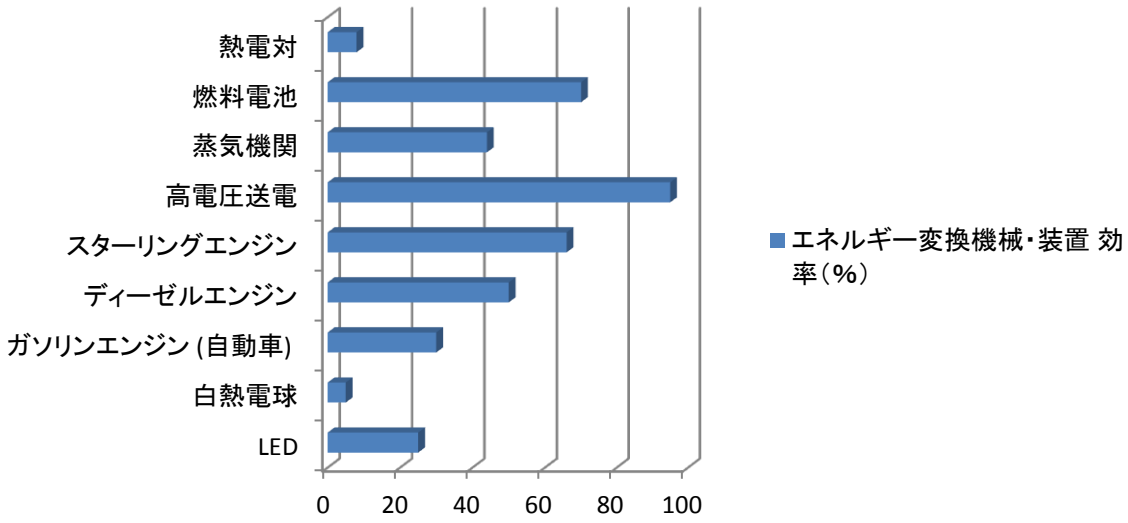
なりがちで角や頂点部分の角や面取りがせいぜいであるのだが、今後はシステムの本来の目的や扱うエネルギーにより従属的で、形状に関しては劣位に置いて考えることがより必要とされるのではないだろうか。それが従前の発想である初期投資費用の最小化からの脱却と共にライフサイクルコストの低減と社会的費用の抑制を実現させることが可能となる。

さすれば、大きなエネルギーを扱う施設は自ずとそのデザインは不可避的に流体物理法則に従い流線型や平板、円柱に近似することになるだろう。それは従前の発想では有り得なかった異形のモノとなり、膨大な空間や平面積を必要とするだろう。しかし、エネルギーの集中化を回避し、分散化を図ることで個々の占有空間は抑制でき、同時にエネルギーのロスも極小化させることが可能となるであろう。

だが逆転の発想として、照明として利用されているだけで後は打ち捨てられている光エネルギーを回収する事は決して無駄ではない。いや、むしろ捨てられている光エネルギーを回収して微小電力の電源とし、交換が煩わしいばかりか電池の寿命がそのまま製品の寿命となるボタン電池を不要にすることはLCAの観点からも十分に有効な方策であろう。そしてHEMSやBEMS、TEMSやCEMSといった技術は、生産即時消費が必要と言われている電気の生産と消費の間に跨る需要と供給の地域的、時間的偏差を均一化させ、予備電源と言われる潜在的な発電能力への過大な設備投資を抑制する効果がある。つまり、使わないときに電気を溜めたり、火力発電の稼働を抑え、電気が必要なピークを抑制し、溜めた電力を有効に活用することができるようにする技術なのである。

ちなみに近年で最も暑かったとされた2010年の全国の電力消費量は9064億kwhであった。そして東日本大震災による計画停電や節電の夏を幾つか乗り越え大震災から5回目の夏を迎えた2015年では電力消費は7970億kwhであった。これは100万kwh級の原子力発電所10基程度に相当するネガワット発電所を建設したのと相等しいだろう。そしてここ

【 グラフ９ 】エネルギー変換効率表（機械・装置効率）



最近では夏や冬の節電目標や輪番停電の可能性は殆ど耳にしていない。これは何を意味するかは明白である。我々の社会は確実に節電社会に向けて舵を切って動き出しているのである。しかも東日本大震災を機に爆発的に普及している LED が 2013 年で 23%の普及率であるのを考慮するとまだ 3 倍もの余地が残されているのである。LED 電球の寿命は使い方や製品にも依るが 10 年前後と言われ、大震災直後の急速な普及後の産業の衰退が予想され兼ねなかったが、上手く一大産業として市場を成長・維持することが出来るように見える。そうすれば我々の社会は白熱電球からの転換による消費電力の大幅な低減だけでなく蛍光灯からも転換することが出来、照明源から発生する熱を抑制し冷房効率を向上させ、波及的に 2 次的ネガワットが可能になる。従来より電力消費量の増大が経済成長の目安とされてきたが、今後は逆に電力消費量の減少が経済成長の指標と成り得るのではないか。つまり我々はまだまだ雑巾を上手く絞れるのである。

今後のエネルギー構造におけるメインは太陽からの恵み（つまり太陽光発電や太陽熱など）と地熱で、水力やバイオマスですら地域特性的なポートフォリオのバランスシートの中において比較優劣で扱うべき程度のものになるべきではないだろうか。石炭・石油やメタンハイドレート、天然ガスなどの化石エネルギーの利用は地中や海洋中に貯留している炭素をわざわざ掘り起こして大気中にバラ撒く行為であり、それを CCS でまた地中に膨大なエネルギーを使って戻すのはバカげた行為である。いくら高効率だからと言ってもこれ以上の石炭火力発電所を建設するのも同様に愚かな行為である。せめてリプレースのみの新設と限定し、設置条件として新型代替機 1 基につき老朽機 2 基の廃止、且つ対象廃止機の出力合計以下とすべきであるだろう。そうすれば技術改良の結果として同量の電力を得る際の CO_2 の排出を抑制することができるだろう。

いずれにせよ今後、地球全体の都市圏を中心にヒートアイランド化が進行するのであれば、確実に気温、つまり太陽から供給される居住空間周辺の環境中における空間熱量は増大する。つまり身近に取り出して利用できる熱エネルギーが増えることに繋がる可能性が増える。現在は採算性が無くても熱汚染対策とした空間熱や都市廃熱の利用は今後必要となるのではないだろうか。ならば、その熱を太陽熱温水利用だけでなく、ヒートポンプによる空間や河川熱利用やデシカント冷熱供給設備、バイナリー発電などを組み合わせ、熱汚染に対処しながらその熱をエネルギーとして利用し尽くすことで中東などの遠隔地から危険を冒して高価なエネルギー資源を輸入する必要は逓減される。また、そうすることで大気中への気候変動促進物質の排出は格段に減らせるのである。

近々ではこの度の電力完全自由化に際して再エネを主体とする新電力はポジワット部門とネガワット部門とが協力して顧客へのエネルギーのベストミックスを図ることで新規顧客のための資源を得ることが可能となる。顧客はエネルギー使用料金が下がり利益を得ることができる。その一方でトータルのシェアでは旨味が全く無い大型電力会社に於いても、ランニングコストの高い設備は止め、過大な初期投資を必要とする発電手段を回避し、企

業収益の改善に大きくすることが可能となり、大幅な収益の改善が可能となるだろう。しかし、残念ながら現在国が主導して進められている制度においては明らかに既得権益が守られており、東日本大震災において我々が学んできたことを反古にしかねない。社会産業基盤に深く広く根を張り巡らせた既得権益に対抗するには、やはり広く浅く、そして急速的にスピード感を保ちつつ一気呵成に普及させることが必要である。それは再エネに限らず地産地消のあらゆる地場産業に適用できる。一見すると大きな箱モノを作る方が効率的に見えるが、その分増加するステークホルダー間の調整が難航するし、頓挫しかねない。『急がば廻れ』で小さなモノを沢山作った方が既得権益の邪魔を回避しやすいであるだろう。

つまり小さいものをたくさん作ってファーム化、小水力、市民ソーラー、バイナリー地熱、小型風力など小さいものはきっかけさえあれば驚くほど爆発的に普及する。大きいものそれ自体は効率的かも知れないが構築するのに膨大な時間や労力がかかる。その手法では実際に着工されたときには事業自体が時代遅れで実効性に乏しいものになっているのではないだろうか。それはまさに現在各地で発生している大型公共工事と共通の問題であると言える。小さいものは小回りが利くので地域の細かなニーズに沿った計画や迅速な着工、そして何よりも時代に即して運用内容の増強や変更が利くような汎用・利便性に溢れている。防災区画事業による大規模な街並みの再編になってこそ始めて大規模公共事業としてその真価をできる。むやみに大きな公共工事はバラ撒くべきではないのである。

そして補助金は使わない、当てにしないことが肝要である。従来の補助金政策は厳格な使用目的や条件の制限が付き、現場の臨機応変なニーズや対応にそぐわない。そもそも新規事業などは試行錯誤の塊のようなもので机上の計画通りにはいかない。それは細かい修正や調整を頻繁に要し、場合によっては計画そのものの根本からの見直しも検討せざるを得ない場合もあり得る。また『補助金漬け』とも言えるような過度のものが目立ち、その効果も疑問符がつくような中途半端なものが散見される。現状では官による規制が多いが故に逆に新しい技術や制度の普及を阻害していると言わざるを得ない。その上、さらに制度要件に縛られるあまり、本来の良さが失われるばかりか、それが原因で行き詰まった挙句に失敗のレッテルを貼られ二度と顧みられなくなる。せっかくの変革の萌芽が摘み取られかねない危険が多分にあるのだ。優遇政策などのカネを使わない改革で新しい制度や方策の普及を推進することが今後重要になるだろう。つまり、事業者や研究者の自由を縛るようなカネは使わずに知恵を絞り、地域に眠る人材や資源を使うということである。

４）ＢＡＳＥな奴らを落とせ！

これから論ずるベース電源は一度動かし始めたら、急停止は余程の緊急事態に、急発進は対応不可。ガス火力発電のように臨機応変な追従性に欠けるどころか、余剰時の出力はコントロールしづらいことこの上が無い。そのため可笑しなことに揚水力発電とセットに

しなければ需要の急変動に対応しきれず供給過剰でブラックアウト（停電）のリスクが高まる。そして配送電上も危なっかしいが、本体は配管や配線が入り組んで一人の技術者で全容を把握しきれないほどのスパゲティー・シンドロームの至極の逸品、そればかりか稼働供給すればするほどムダな『電源三法による補助金』を交付し、庶民の血税を垂れ流す。まさに技術的にも倫理的にも経済的にもベースで不自然な電源なのである。

それではこの大味なスパゲティー料理に取り掛かってみよう。まずは社会的電力需要曲線を示す関数を D(x)、電力の総合的な供給量を表す関数を S(x)と定義する。

①$D(x)=\Sigma(f_1+f_2+\cdots)+\Sigma(o_1+o_2+\cdots)+\Sigma(h_1+h_2+\cdots)+\Sigma(i_1+i_2+\cdots)$

$=\Sigma F_n+\Sigma O_n+\Sigma H_n+\Sigma I_n$

f：工場　　o：事業所　　h：家庭　　i：社会・公共インフラ

②$S(x)=\Sigma(b_1+b_2+\cdots)+\Sigma(m_1+m_2+\cdots)+\Sigma(p_1+p_2+\cdots)=\Sigma B_n+\Sigma M_n+\Sigma P_n$

b：ベース電源（原子力発電所、ダム式水力発電所、生産井式地熱発電所、etc…）

m：ミドル電源（火力発電所）

p：ピーク電源（火力発電所：ガスタービン式等　電力需要高負荷対応型）

※火力発電はその形式により分類が微妙に異なる。例えば石炭炊き式ボイラーの場合、急激な電力需要の変化に追従して起動したり出力を変動させるのは困難なため、ベース電源的な要素が強い、逆にガスタービンなどのガス燃料を使用するタイプの火力発電は燃料の調整が比較的行ない易くピーク電源やミドル電源として扱われる。近年では石炭を細粒にして液体燃料と同様な扱いが出来るようにした微粉炭燃焼式の石炭火力発電の普及設置、建設計画が進んでおり、これらは従来電力需要に追従がし易くなっているためミドル電源として考えることが可能となっている。

従来の電力供給においては、水力発電を除く太陽光発電や風力発電などの再エネは全電力供給の 1%程度がせいぜいである上に、従前の電力供給システムの暗黙の前提である電力需要量の事前予測に追従した発電量のコントロールが実質不能である以上、上記②式に当てはめるのは難しい。バイオマス火力発電においてもその供給量の少なさ故に②での位置付けは不明瞭とせざるを得ない。そこで②式の変形として

③　$S'(x)=\Sigma(b_1+b_2+\cdots)+\Sigma(fi_1+fi_2+\cdots)+\Sigma(r_1+r_2+\cdots)$

b：ベース電源（原子力発電所、ダム式水力発電所、生産井式地熱発電所）

fi：CO_2排出型電源（化石燃料型火力発電所、バイオマス使用型火力発電）

r：再生可能エネルギー型電源（太陽光発電、小水力発電、風力発電、etc…）

と再定義し、③式とする。実際には急激な需要または供給の変動によるブラックアウトを防ぐために 8～10%の予備率：m が設けられなければならず、③式は

④　$S(x)=S'(x)+mS(x)$　と出来る。

ここで m の数値の設定の仕方によって社会のエネルギーへの姿勢がみえる。

m< 8　　：停電リスク偏在型
8≦m≦10　：停電リスク許容型
m>10　　：停電リスク回避型

m は過去の需要の実績や直近の電力需要や気象などに依る変動値を検案した予測最大値に対する予備率となり、通常は電力需要追従が容易なミドル電源で確保し、需要の急増に備えてピーク電源をスタンバイすることになるだろう。

次に電力需要とベース電源及び再エネの関連性についてだが、まずベース電源、特に『不自然なそれ』はその性格上、一日の中で大幅な出力の増減を繰り返せるわけではない。他方、太陽光や風力といった再エネは人間がコントロール不能な大きなエネルギーの入力によって発電量が急激に変動する電源であり、その存在は相互に二項対立的である。

ここでベース電源の出力設定値を K（定数）、再エネの供給量を R(x)で表し、需要 D(x)に関してその予備力設定する必要から予備率 m を、また再エネの瞬動的出力変動による停電を回避するために逆予備率 m'を設定する。それらを懸案した供給曲線をそれぞれ

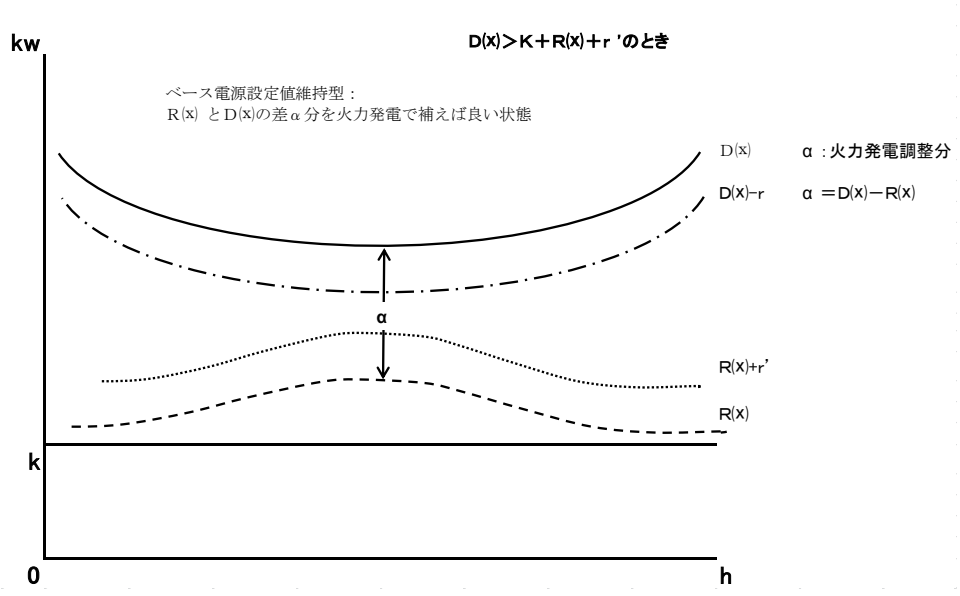
⑤　D'(x)= D(x)－m×D(x)＝(1－m)D(x)
　　S'(x)= S(x)+m'×S(x)＝(1+m')S(x)　また、計算を容易にするために予備量をそれぞれ

⑥　r＝m×D(x)　及び　r'= m'×S(x)　と規定する。すると上記式は

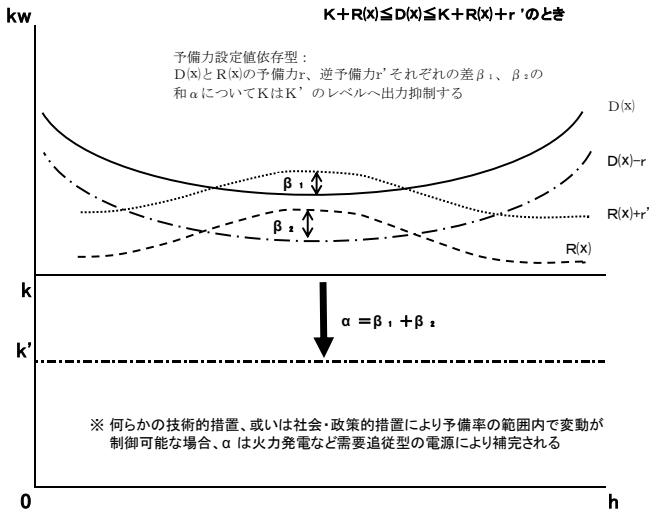
⑦　D'(x)= D(x)－r　と　S'(x)= S(x)+r'　で表すことができる。

K 値は二項対立的要素である R(x)によって停電を回避するためにその値を予想停電危険域よりも低く設定しなければならない。またその危険域の最大値は R(x)値の Max と D(x)の Min によって規定され、これらを以て３つのケースを想定する。

①ベース電源設定値維持型



②予備力設定値依存型



まず K−K’＝α ＝β₁＋β₂ とする
次に β₁＝(R(x)+K＋r’)−D(x)
β₂＝K＋R(x)＋r’ −(D(x)−r)

上記式を代入すると
α ＝β₁＋β₂ ＝(R(x)+K＋r’)−D(x)＋K＋R(x)−(D(x)−r)

つまり K−K’＝(R(x)+K＋r’)−D(x)＋K＋R(x)＋r’ −(D(x)−r)

これを K’について変形
K’＝−K−2(R(x)−D(x)＋r＋r’)

予備量 r と r’ はそれぞれ予備率mによって
r ＝m×D(x)
r’＝m×R(x) と規定され、代入する

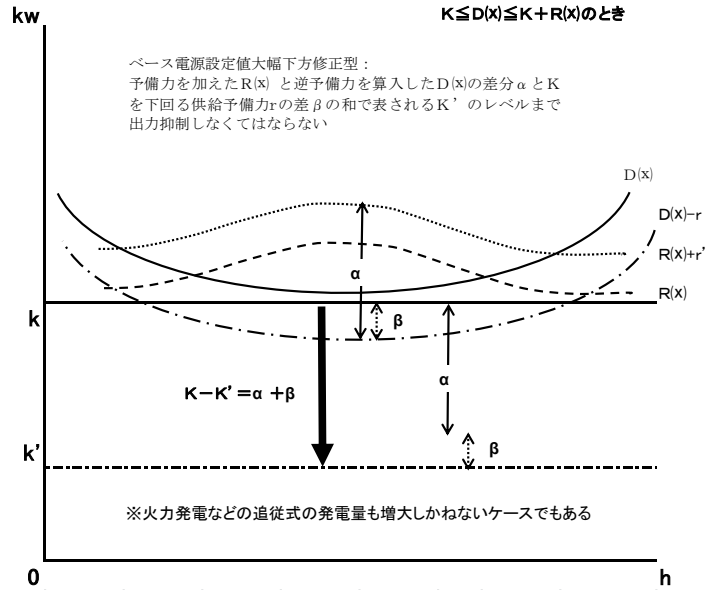
K’＝−K−2(R(x)−D(x)＋m R(x)+m D(x))
＝−K＋2(1−m)D(x)−2(1＋m)R(x)

予備率 m を 10%、K’＝ 0 となるように上記式へ代入

0 ＝−K＋2(1−0.1)D(x)−2(1＋0.1)R(x)
＝−K＋1.8 x D(x)−2.2 x R(x)

R(x) について整理すると
R(x) ＝{ 9 x D(x)−5 x K } ／ 11
同様の計算を予備率 5%、K’＝ 0 となるように行うと
R(x) ＝{ 19 x D(x)−10 x K } ／ 21
予備力の設定値が低いほど再エネによる抑制効果も下がってしまう

③ベース電源設定値大幅下方修正型



K−K’＝α ＋β
α ＝(K＋R(x)+r’)−(D(x)−r)
β ＝K−(D(x)−r’)　　上記式へ代入

K−K’＝(K＋R(x)+r’)−(D(x)−r)+{ K−(D(x)−r’)}
K’＝−(R(x)+r’)＋(D(x)−r)−{ K−(D(x)−r’)}
K’＝2D(x)−(K＋R(x)+r＋2r’)

予備量 r と r’ はそれぞれ予備率mによって
r ＝m×D(x)
r’＝m×R(x) と規定され、代入する

K’＝(2−m)D(x)−(1＋2m)R(x)−K

予備率 m を 10%、K’＝ 0 となるように上記式へ代入
0 ＝(2−0.1)D(x)−(1＋0.2)R(x)−K

R(x)について整理
R(x)={ 19 x D(x)− 10 x K } ／ 12

同様の計算を予備率 5%、K’＝ 0 となるように行うと
R(x)={ 195 x D(x)− 100 x K } ／ 110

再エネの出力容量或いは社会全体の需要量次第で
大幅にK値の設定を下方へ修正させることが可能となる

需要が無ければ無闇に供給させることは出来ない。あくまでも電力供給上、送電端と受電端は等しくなければならない。プラスの供給予備力を考慮すると 5～10%は逆に需要リスク予備力を担保しなくてはならない。つまりベース電源は需要の低下に伴い追従的に出力を抑制出来ない以上、予め予測され得る需要量とそこから更に何らかの突発的な要因によって急激な需要の変動が発生しても供給が上回らないように逆方向への予備力を設定しなくてはならないのである。通常それは原発とセットで必ず建設される揚水力発電で賄われるが、貯水量つまり蓄えに限りがある以上はあくまでも短時間の対応に限られ、ガスター

ビンの様なピーク火力発電に頼らざるを得なくなる。電力需要が予測困難で供給不安定なエリアでは変動負荷即時追従的な電源である火力発電を常にバランスを保たせながら運転するしかなく、燃料費が嵩み易い。

そこへ追い打ちを掛けるように太陽光発電や風力発電などのような出力が不安定で供給量予測が困難な再生可能エネルギーを大量に設備導入すると需要リスクの予備力だけでなく、供給変動のリスクをも背負い込まなくてはならず、結局 10～15%程度は逆予備力を設定せざるを得ない状況に追い込まれるのである。

これらによって明らかになることは、ベース電源と再エネは絶対的な二項対立的要素を含むように思われがちだが、それは需要と供給の変動が大きければ大きい程問題が顕著になるだけであり、変動値が技術的或いは社会制度的にそれぞれ平準化されると対立的レベルは低くなる。そして変動域が小さければ火力発電のような需要追従型のシステムは不用となる。また、一日の中での変動幅が大きい場合、ベース電源は出力抑制するか、蓄エネへ余剰(リスク)分を転送せざるを得ない。その場合、変動リスク域内の電力は需要追従型の火力発電で賄う必要が生じる。具体的には D と S の平準化に関する重要要素とは D&R 技術と水素、蓄電池であり、その利活用次第では再エネ、ベース電源双方共にその普及が進むことになるかも知れない。

ここで大切なのは D(x)と S(x)双方ともに K 値に近くなる程 K 値に対して与える影響が大きく成り得る。つまりベース電源稼働の抑制を果し得るというものである。即ちネガワットによる需要の抑制、太陽光や風力など変動出力の増大による停電発生抑止策として止むを得ずベース電源出力の抑制を図らなければならない状況に陥るのである。

つまりネガワットによる需要の抑制や再エネの普及はやはり不自然なベース電源を落とす上で有効な武器であることは間違いなく、FIT（フィードイン・タリフ）のような財政的な補填策や普及策が無くとも進むようなインセンティブを与え、個別の出力よりも数の普及を重視し、数で圧倒する当に人海戦術的な対策が一番有効であることは間違いが無い。そしてしてこれは現在のような電力融通の仕組みそのものや周波数変換施設設備や連携線の細さによる融通量が少ない状況では各大手電力管内の需供給に当てはめることが容易である。特に風力適地であり、広大な原野を有する北海道や原子力発電の比率の高い関西・九州管内では熟慮されるべき問題ではないだろうか。

繰り返すが『不自然な』ベースロード電源はその元々の性質上、一日の中でそう何度も停止させたり急激な出力の調整はできない。原子炉の緊急停止（スクラム）は当然可能であるがその後の再稼働はすぐには不能である。『ベース電源の性質を逆手に取る』ことで、一日の中でのボトム電力を下げるのは勿論であるが、同時に供給電力のピーク時に可能な限り最大限のネガワットを行う。夏の炎天下では確かに電力需要も上がるが、太陽光発電の発電量＝電力供給量も格段に向上する。実際に 2015 年の夏期間には某大手電力管内での

総電力需要量の 1～2 割を賄うことができたとの報告もある。本来電力需要が大幅に上昇する時間帯にネガワットによって可使用電力余力量が増えることは火力発電の稼働量の低減のみならず『不自然な』ベース電源の必要性を落とし、再稼働やリプレイスを抑止するチカラになるのではないだろうか。

『ベース電源』という言葉は従来から原子力政策における『基幹電源』を覆い隠すダブルミーニングによる為政者の欺瞞を取り込んだ、もはや時代遅れの概念である。同時に微粉炭や超高圧・臨界状態の運転による高効率を謳いながらもそれでも過大な CO_2を排出する石炭火力発電や、ダムの底に溜まった砂泥を排出する度に下流域の沿岸漁業を脅かす大型ダムもベース電源であることは留意されねばならない。再エネ普及を推進する上での基幹技術であるデマンド＆レスポンスは需要側の資源であり、そこでリアルタイムで発生する変動潮流に対応し無駄なく使い切るだけでなく、余剰分は貯留するように上手に消費をコントロールさせるのが、世界の最先端の技術力ではないだろうか。ベースロードに固執することこそ時代遅れの証であり、過去の栄光にすがるあまり【電力は溜めることができず発電した同量を同時に消費しきらなければならない】という電力供給者本位の旧来の概念や技術に固執することは日々の進歩に目をそむけた日本の技術の衰退・落日を象徴する行為であると言えよう。これ以上日本の電力供給技術は世界の先頭集団から遅れていると言われないために電源三法交付金は再エネに関して規模の要件を免除するか電源三法による交付金自体を廃止し、再エネの普及に最大限の配慮をすべきである。

そして原発の電気を使いたくない人間はとにかく『早寝早起き』、これに限るかも知れない。これは【公然の秘密兵器】と成り得るであろう。

５）エネルギー消費需要の裾野からの変革

それではここで今までの流れを踏まえ、部門別でのエネルギー使用逓減の方向性を考えてみよう。

①産業部門

・原材料としての化石鉱物資源、特に石油依存からの脱却（CNF：セルロース・ナノファイバーをはじめとするバイオマス系の原材料による）カーボンフリー化

・大量の熱を利用するコンビナート内の相互熱供給システムでの熱のカスケード的利活用

・ガスコンバインドサイクル発電にて旧式の石油火力や原子力などの『大きい発電』をリプレースする

・石炭火力発電のリプレースは条件として新型代替機 1 基につき老朽機 2 基の廃止、且つ対象廃止機の出力合計以下とすべき

・BEMS、FEMS などの導入によるエネルギー消費の効率化

②家庭部門

・新築ゼロエネルギー住宅（トータルで創エネと家庭内需要の収支がほぼゼロ）の普及
・リノベーションなど大掛かりなリフォーム時における省エネ機器の更新、新規導入。
・HEMS などのエネルギーマネジメントシステムによる『エネルギー消費の見える化』
・PHV（プラグインハイブリッド）、EV（電気自動車）を V2G（ビークルツーグリッド）により家庭用蓄電池として利活用
・地域や家庭での『小さい電力』を掻き集め相互の連携により電力需要を補完しあうクラスター型の創電力システムの構築（ハーベスティング型のエネルギー回収原位置利用）
③業務部門
・事業用照明の LED 化の推進（冷房効率アップの副次効果あり）
・BEMS などを活用し、特に照明や冷暖房などの動力部門での逓減
・地域単位での熱を中心としたエネルギー融通システムの確立
④運輸部門
・ガソリンを主とした燃料を液体系の代替燃料に置き換える。バイオエタノール、BDF、藻バイオマスなどカーボンフリーなものが望ましい
・燃費効率の向上、運動エネルギーの回生利用（主に電力回収）
・家庭部門との複合策として PHV（プラグインハイブリッド）、EV（電気自動車）を普及させ PV2G（ビークルツーグリッド）として家庭用蓄電池として利活用促進

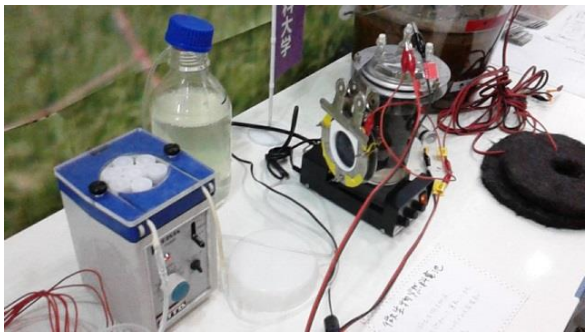
実際には半導体や鍍金（メッキ）など電力が 0.5 秒でも変動すると品質を損ね、莫大な損失を出してしまう業界からは変動の無い『質の良い電気』が求められる。これは火力や原子力など規模が大きく出力安定的で変動の少ない発電方法が有利である。その一方で普段我々が日常で使う電気はどうだろう。事業者の言う周波数変動のリスクが高めの『質の悪い電気』であってもそんなに支障は無いはず、そしてその使い分けこそが真の『電力発送電分離』ではないだろうか。そして事業者にしても、そんなに再エネ由来の電力の余剰や出力変動のリスクを恐れるのであれば、揚水発電や蓄電技術の積極導入、今後国の支援で急速な普及が見込まれる（予定の）水素ステーションの電気分解式の水素製造に使うのも方策の一つではあろう。社会全体に関しては、電力の送電ロスがおよそ発電量の 5%前後と言われている中で現在のような大型火力や原子力発電で得られた『大きな電力』を地方から大消費地へ送るような方式を廃し、速やかに地産地消のシステムを確立し移行すべきであろう。そうすれば中型クラス（90 万 kw）の原子力発電所だと 4 万 5 千 kwh 前後が送電ロスとなって失われている計算になるが、最新の大型木質バイオマス発電（8 千～1 万 5 千 kw 程度）の 3～5 機分を建設することに相当する。まして原発が稼働停止で代替火力の燃料費がかさんでいると大騒ぎしている現状においてこれは放置しておいて良い問題ではない。ここで地産地消にシフトするだけで大幅に規模の経済による『無駄』を削減できるのである。

我々の身の回りで使う微小な電力を賄うために原発を稼働し大きい工業用電力を小分け

にして乾電池を作ることは果たしてこれからの時代に適した経済活動であろうか。乾電池を使わないことも立派なネガワットである。その第一歩として世界に先駆けたハーベスティング産業の創出を行い、微小電力供給手段を発展させて電池切れでの機器のメンテナンスや交換の必要性を抑えることを考えるべきではないだろうか。そうすれば単にコストの低減のみならず、交換時にかかる社会的便益をも大きく増やすことができるだけでなく、蓄電池に含まれている有害化学物質が社会に広くバラ撒かれるのを抑制し、余計な工業用電力の生産による原油の消費を逓減させるだろう。それだけでは無い。ボタン電池は子供などが誤飲すると電流により水酸化物イオンが発生し、食道粘膜細胞の壊死を誘発する可能性があるため、他の異物の扱いと異なり 2 時間以内での摘出が必要となるが、そもそも小型機器に電池を必要としない設計構造になっていればこのような不用なリスクを避けることができる。それにオンサイトの微小電力を電源とすることで無人観測所や自動計測機器そのものや機器のバッテリーなどゴミの排出や水銀やカドミウムといった重金属汚染源を減少させることに貢献できるのは間違いない。鉛蓄電池の屋外放置による鉛の流出など廃棄蓄電池による環境汚染も考えるべき潮時に差し掛かっている。

乾電池をハーベスティング微小発電で賄い、尚且つその発電システムを使い捨てでなくLCA（ライフサイクル・アセスメント）の観点から再利用可能な社会システムを構築することで、社会全体のネガワットを広い裾野から随時固めてゆくことが可能になるであろう。しかも自然エネルギー充電の蓄電池や乾電池の普及、利用によって生じる鉱物資源の節約の派生効果としての精錬時における電力の節減、特にスクラップのリサイクル工程では電気精錬炉が使用されることが多く、これを二次ネガワット電力として捉えることができる。

【 左写真 4 】微生物燃料電池（バケツ稲発電）



【 上写真 3 】微小水力発電機

【 写真 5 】排水処理用微生物燃料電池

そして大規模鉱工業の電気精錬やコンビナート、大型半導体工場や鍍金工程などのマイクロセカンド単位での出力変動が製品の品質に多大な影響を及ぼし得る出力安定が必要な大きい電気の需要に於いて必要な『安定した大きな電力』は天然ガス火力発電にて需要を

満たし、変動の大きい住宅やサービス業などの『小さく小回りの利く電気』はまず自己完結型の再生可能エネルギーや省電力ハーベスティングにより必ずしも電力に頼り切らずに需要エネルギーを掻き集め、不足分について蓄電池やスマートグリッドの相互融通ネットワークを最大限活用して入手することで従来の発想から脱することはできないだろうか。

規模が大きい施設は従来の大量生産・大量消費における規模の経済という発想から抜け出てはいない。再エネは小さい容量で発電、地産地消してこそ意味がある。戸建住宅レベルでの発送電、それを取りまとめるクラスターこそが今後の技術のカギとなるのではないだろうか。そして市民が生み出した電力や熱などのエネルギーを地域通貨で流通させることがその一つの抜け道となる。何もエネルギーは電力だけではない。熱エネルギーや運動エネルギーも変換せずにそのまま使えるのが理想である。もし、電力の販売に送電線を必要としないビジネスモデルが構築できるなら、そこは大規模な電力会社が入り込むのが困難なだけでなく、新電力を縛る規制の網の目の隙間ともなろう。

例えば自然エネルギー電力を充電したバッテリーパックをデポジット（供託金）制で貸出する事業はどうだろうか。最近流行の BBQ やキャンプのようなアウトドアに於いてその照明や動力電源は必要とされており、新規に送電線を設けるよりも手早く整備し、尚且つ周辺の環境にも配慮していることをアピールできるだろう。同時にそのパックシステムを通常時から補助電源として一般住宅に装備しておくことで災害時には絶大な威力を発揮するだろう。レジリエンスの観点からも平時からそのようなビジネスモデルは社会に存在してしかるべきである。それには消費者にとって分かり易いパッケージを売ることで解決できるのではないだろうか。例えば果汁入りの缶ジュースのように 100%太陽光、50%風力／40%太陽光／10%バイオマス、etc…。風力缶（バッテリーパック）、太陽缶など自然の恵みの詰まったエネルギーを欲する声は少なくない。そしてもし 5 アンペアの契約で通常の生活を行うことが可能であれば、バッテリーだけの生活も不可能ではない。宅配が無理ならコンビニなどで引き取る形式を採り、返送はコンビニの宅配便の帰りの空きコンテナを利用できる。このような社会循環型の『缶電池』こそ地域社会の資源を生かし新たな流通と人々の交流を発生させると同時に地域の活性化を図る手段と成り得るだろう。

複合的なハーベスティング技術では太陽電池に熱電素子を折り込んで熱反射を低減させる研究も進んでいる。それに太陽だけでなく、上下水道による小水力や熱回収技術などを駆使し、再エネのマイクログリッドを市中に林立させれば街中の至る処を再生可能エネルギーの発生源とさせることも夢物語ではない。例えば都市であれば降水による中水を再利用するのも容易であるが、その際に屋根からの高低差を利用した小水力ハーベスティングも可能であろう。現状でも微少電力消費型のデバイスの市場を創造する余地は充分にある。それに何もエネルギー・ハーベスティングは電車の改札通路の床や高速道路における振動発電やボタン操作の際の圧力などに依る微細なものに限る訳では無い。環境中に存在する

エネルギーを掻き集めて利用できるようにする行為そのものが『収穫作業』なのである。

電力だけではない、トランス・ヒート・コンテナのような蓄熱媒体を利用すればパイプラインを必要としない熱供給も可能である。集住化した集落の中心の徒歩或いは台車で搬入出可能な距離に供給設備があれば、日々の暮らしにも困らない。そうすれば、『100%自然（再生可能）エネルギーの生活の提案（原子力無添加)』が可能となり、例え多少のコスト高でもニッチな需要が見込めるのではないだろうか。いずれにせよカギを握るのは『分かり易い売り方』なのである。例えば電力リースとして事業を展開し、テスラ式のパッケージを積層化させたバッテリーシステムを各家庭に普及させ、逆潮流送電線を作らずに充電が完了した部分の蓄電池パッケージを各家庭から回収し、事業者施設にてその回収した蓄電池を放電することで施設での電力出力を安定化させることは可能ではないだろうか。

例えばそれは大規模連携線の近くに置かれ、コンビニや物流輸送車の帰りの空きスペースを有効活用して集配物流コストを下げ、蓄電バッテリー供給者は近くの集配所まで持ち組むだけ、或いはそれすら集配してもらうことで済むように出来るかも知れない。

そのためには大型の蓄電池を単体では無く電気自動車のテスラのような並列多重積層式バッテリーユニット群を以て GS などで小型バッテリーユニットを部分的に入れ替えながら運用し、安定な電源を受給調整できるようにしてはどうだろうか。そうすれば放電しながら消耗したバッテリーを充電済みのものと交換したり、消耗ユニットのみに充電したりと将来的な技術的対応の幅お可能性もまた広がることだろう。

ちなみにテスラモデル S にはパナソニック社製のリチウムイオンバッテリーパック 18650 電池が使用されている。ノートパソコンや電気自転車、その他様々なバッテリーとして使われている汎用性の高いバッテリーとして評価が高い。

【 写真 6 及び 写真 7 】テスラ充放電ユニット（リチウムイオンバッテリー）

このようなシステムを自動車だけでなく家庭や災害時には避難所となる病院や学校に配備し地域の再生可能エネルギー利用の要として縦横無尽に利用することこそこれからのエネルギーのあり方ではないだろうか。離島では EV から回収したバッテリーを再生可能エネルギーの充放電ユニットとして地域電力網に組み込む実験も始まっている。本土では再エ

ネ電力同士で合弁会社式に相互連携してバックアップし補い合うことも視野に入れるべきだろう。例えば太陽光や風力をバイオマスや地熱、小水力の地域電力がバックアップしたり、ヒートポンプなどによる環境熱の利用をオンサイトの再生可能エネルギーで図る。初期投入動力量を何とかクリアすれば、運転継続動力は初動より低くなるので持続的な運転が可能になるかも知れない。初起動力を蓄電池などで賄い持続運転ができれば理想的な自立型システムとなるだろう。さらには微少ではあるが広範な裾野をエネルギーハーベスティングでカバーし、出力変動の大きい太陽光や風力は蓄電池とセットで住宅用など家庭部門で地域内の電力融通による生産と消費を行い、同時に地球温暖化を逆手に取って夏の熱気をバイナリー発電システムで電気エネルギーへ変換し、温水熱回収することで化石燃料の使用量の削減を図ったり、冬には燃料式の外部熱源を設置して冬期間の太陽日射量や照射熱量の不足を補う予備動力源として活用できるのではないだろうか。熱エネルギー利用を主体とすることで、エネルギー変換の繰り返しによるエネルギーロスを低減させることは可能となる。適材適所として臨機応変なデマンド＆レスポンスを行なえば、無暗に何から何まで安定した『品質の高い電気』でカバーする必要は無い。それこそ『大いなるムダ』であるのだ。

我々が日々の生活で使う乾電池のような小さな電気を大型火力発電所から得られる大きな電気から取り分けるのを止め、自分たちの手で必要な分を取り分け合い、余った分は互いに融通しながら地域電力会社が取り纏め、市民が参加する『～さんが創った電気』、顔が見える電力生産はパッケージであれば、例え供給する電力は微小であっても再エネとそれを供給する会社についての絶大な宣伝効果を持つだろう。将来的にはマグネシウムイオン蓄電池を再エネで充電出荷し、かつての白熱電球のように使い捨て乾電池を生産中止にさせる必要はあるが必ず抜け道はある。それに電力だけではない。都市鉱山とゴミの埋め立て地の再資源基地化、バイオリファイナリーとしてプラスチックを油へ転換し、家庭やマンションでの浄化槽や下水処理施設などの地域で作られたバイオマス、特に藻類や下水汚泥などを地産地消のエネルギー資源に再利用することもその一つであろう。

確かにエネルギー政策は一国の経済を左右しかねない重要な要素であることは間違いない。しかし奇抜で小回りの利くビジネスこそ、過大な電力需要の広がった裾野を再生可能で身近なエネルギーで固め、本当に必要不可欠な部分を炙りだし、次代の新たな産業が待つ地平の彼方へと我々を導く道標になるだろう。

６）原発不経済

原発再稼働すれば経済が活性化するという主張があるが、そもそも失われた 20 年は原発が 50 機も稼働していた。つまり経済の活性化という観点からも原子力政策は意味がなかった。今更そんなモノを稼働してどうなるというのか。再エネの出力抑制を行うことは『電力を棄てる行為』であり、MOTTAINAI の極みである。

本来、戦後の日本が原子力事業を邁進したのは偏に『エネルギー資源の自給自足』を満たさんがための苦肉の策であったと名目上はされている。しかし今や再エネは世界中で自給自足のエネルギー資源として脚光を浴び、原子力は斜陽産業化し始めている。にも関わらず原子力発電事業に拘り抜くのは最早当初の組織や理念が劣化してしまい、手段が目的化してしまっており、全てが利害関係者によって自己保全が最重要課題となってしまっているからではないだろうか。

かつて日本のエネルギーの主力であった石炭は石油に取って代わられた。石炭産業はこれほどまでに産業の衰退に利権者が一体となって抵抗しただろうか。何がそれを可能にしたのかを考えるとそれは日本を取り巻く国際情勢と石油を利用することを前提とする産業機器の普及や民間消費の石油への推移ではなかっただろうか。それらはエネルギーと富、貧困と収奪、戦争と産業、つまり資源の争奪というキーワードで密接に結びついている。我々が原子力事業を再生可能エネルギー資源へと転向させるためのカギはここに隠されているのかも知れない。その際に考えなければならないこととして、我々が資金投下させられて建造された原発は一体何年程度で減価償却、下世話な言い方をすれば「元が取れる」のであろうか。殊更原発は経済的な面での利点が強調されがちであるが、回収不能の不良債権が本当に大量に発生するのであろうか。投資回収不可金ストラウンデッドコスト（Stranded costs : 不良債権化し回収不能に陥った投入費用のこと）は少なくとも建設費と運営費に関しては発生し得ない。それどころか巨額な利益を生み出す打ち出の小槌であるのはほぼ間違いが無い。問題はバックエンドコストが原子力発電普及初期には全く考慮されるどころか確立の目途すら立っていなかったことに端を発すると私は考える。

ここでインターネット上に公開されている幾つかの原発の建設費について見てみよう。例えば2016年7月時点では九州電力のHP上に玄海原子力発電所と川内原子力発電所について公開されている数字がある。その中で最も古い1976年（昭和50年）に稼働した玄海原発1号機は建設費が545億円とされている。出力は55万9千kwなので、経産省が弾き出している有り得ない発電原価である原子力発電の5円／kwhの数字とこれまた有り得ない稼働率である80%で年間の発電原価を考察すると

$5\times24\times365\times0.8\times559000=1958736\times10^4$

つまりおよそ年間195億円を超える発電原価が掛ることになる。そうすると単純に最短では545÷195＝2.79年で償却できることになる。ちなみに同じ出力でほぼ同時期に建設されたにも関わらず建設費が何故か倍額以上の2号機では建設費は1236億円のため、減価償却期間はおよそ6年で、そして1994年（平成6年）に稼働した比較的新しく高性能の玄海3号機は出力118万kwに対して建設費は3993億円となっている。これは

$5\times24\times365\times0.8\times118\times10^4=4134720\times10^4$

となり、年間で413億円を超える発電原価の回収が可能であり、建設費は3993÷413＝

9.67 年で償却となり、回収にはそれなりの時間が掛かるように思われる。だが思い出して欲しい。あくまでもこれは原価ベースであるので電力会社の実売価格は当然の事ながら他の火力発電のような原価のより高い発電原価以上となる。そうであれば更により早い段階での減価償却が可能となるだろう。これは粗い試算であるが、実際はこの倍近いペースでの償却が可能だったのではないだろうか。確かに燃料は高価であるがその性質上、一度購入してしまえば買い足しに掛かる金額はそんなに多くは無い。つまり一旦造ってしまえば運転維持費は安く済む。勿論、廃炉などのバックエンド費用の話は一切入らない状態での話である。火力発電や水力発電であるならそれでも良かったのかも知れない。あくまでも解体費と廃棄物処理費用は一般常識的なレベルで考えれば良いからに過ぎない意味であるが、それでも費用外部化の問題としては大いに問題ではある。しかし、原子力発電はその意味も性格も全く次元が異なり、同列で考えても問題があるところバックエンド費用が大き過ぎて『見えない』のである。これは費用の外部化どころの問題ではない。内部化しようにも『どうにも入らない』のである。過大なバックエンド費用は事業そのものを凌駕する可能性を多分に秘めている状態なのである。『秘めている』という表現を使わざるを得ないのはバックエンドの技術やそのコストそのものがまだ確立されていないからである。つまり原子力とはまだ出来もしないのにやってしまった『お手付き』な技術分野なのである。これでは評価の仕様が無い。そもそもが評価の土俵に乗り切らないのである。

それでもようやく東日本大震災後に否応なく廃炉に関しての議論は再開されることになり、資源エネ庁による電気料金審査専門小委員会の提言では廃炉などのバックエンド費用の捻出方法について従前のような運転実績による積み立てでは無く、定額積み立てが提案されているが、それでも資金捻出について十分な資金が足りるのか疑問が呈されている。都合 50 年もかけて積み立てねばならない上になお廃炉費用に不足を生ずる可能性が多分にあるのならそんなモノは不要であるし、ましてや新設など以ての外であるだろう。それでは前述した発電による巨額の利益は一体どこに行ってしまったというのだろうか。通常の会社では事業トータルの収益を考えるなら当然考慮されるべき部分である。ましてや一国の産業を統括する官庁の優秀なメンバー全員がそんな基本的なことを『忘れてしまう』筈は無い。何らかの意図を以て作為的に除外されていたと考えざるを得ないであるだろう。そもそもが原子力発電推進の前提条件の基、築き上げられた論理でありその廃炉議論における経年変化や機能不全による廃炉条件の根拠は曖昧ではないか。ならばその議論によって出された結論によって導き出されたものもまた砂上の楼閣に過ぎないだろう。

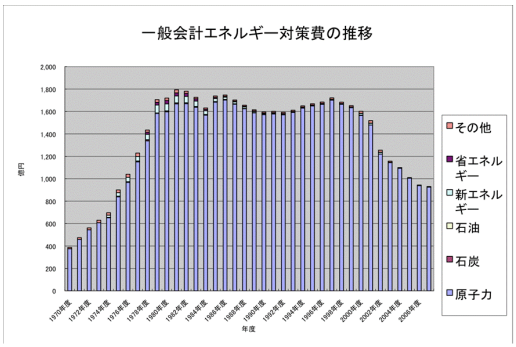
しかし実際には原子力発電の発電実績に応じて立地自治体への『迷惑料』が支払われねばならない。それが電源三法交付金によって運転主体が納税し、納付されたカネが交付金として『洗浄（ロンダリング)』されて地域へ還流する。徴税額の算出においての kw 当たりの単価は原子力発電で 550 円であるので、例えば前述の玄海原子力発電所の 3 号機を例

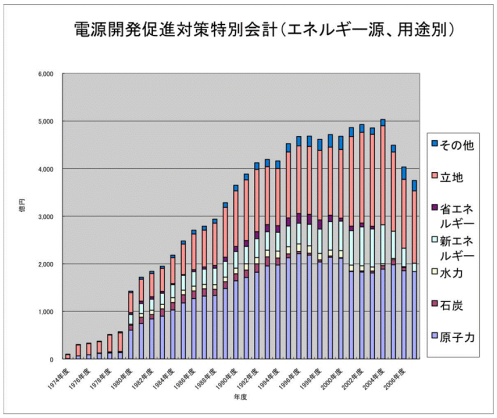
にとり単純計算すると出力 118 万 kw に対して 550 × 118×10^4 ＝64900×10^4

つまり年間での自治体への交付額は約 6 億 5 千万円となる。これは全額電力会社が電力料金を通じて利用者へ請求するカネのため、年間での運転実績を

118×10^4× 24 × 365 × 0.8 ＝ 826944×10^4と予測すれば、kw 当たりの電力利用者への負担額は (64900×10^4)÷（826944×10^4）＝0.07848 およそ 0.0785 円となる。

従来の電源三法による補助金の大半は原子力発電やそれに関連する施設の建設や運転に関して供与されてきた。名目上はともかくこれは明白に原子力発電を国が最優先に保護・優遇してきた証しである。それでは何を持って FIT 制度で普及促進を進める必要のある再生可能エネルギーについて事実上排除の動きがあるのか。FIT 制度では普及促進の賦課金は間接的であってもほぼ利用者の負担となる。しかし、電源三法によって湯水のように支出される資金源は国家予算であり、その財源はとどのつまり国民の税金である。幾つもの法律や省庁を経由することで事実が隠蔽されがちであるが、どちらも共に我々国民が資金を出していることは間違いが無い。ならば、時代にそぐわないムダなものは速やかに廃止すべきである。即ちそれは電源三法なる悪法の速やかな廃止に他ならない。





【グラフ 10】一般会計エネルギー対策費推移 【グラフ 11】電源開発促進対策特別会計

そしてもう一つ考えなければならないことがある。それは原子力発電を啓蒙し、普及促進させるための先行投資、『広告費』である。これは国民への原子力産業への肯定的な意識の刷り込みという極端に政略的なバイアスの掛かった費用であり、スリーマイル事故やチェルノブイリ事故を経る度に膨張を続け、ピークの 2005 年では 293.5 億円が全国で広告費として使われていた。54 基がフルに稼働していた時代である。つまりは原発 1 基について 293.5÷54＝5.94 億円が投じられていたことになる。全体では宝くじの 1 等が 40 回当選しても不足するくらいの巨額の資金が僅か 1 年に注ぎ込まれていたのであるが、これらを発電原価の計算に組み込むには一旦総出力で割り返す計算が必要になる。当然広告費も運転実績の大きいものが按分に負担すべきであろうから、54 基の総出力 4884.7 万 kw（東通り原発は 2005 年 12 月に商業運転開始したが、敢えて無視する）で全体を割ってみると

(2935000×10^4)÷(4884.7×10^4 ×24×365×0.8) = 2935000÷34231977 ≒ 0.08574

つまりおよそ 0.086 円となる。これを電源三法交付金の徴税額と合わせてみよう。平均的な家庭の 1 ヶ月での電力使用量は 2013 年でおよそ 271.2kwh とされているが、1 日にはおよそ 9kw と概算できる。そこでは毎日 45 円の建設費、0.707 円の電源三法交付金、0.774 円の原発推進広告費（広告最盛期）を支払っていることになる。実際には普及最盛期でも 20～25%の電源比率であったことを懸案すれば好むと好まざるに関わらず 1 日に 9～12 円程度を各家庭は原発のために支払っていたのである。

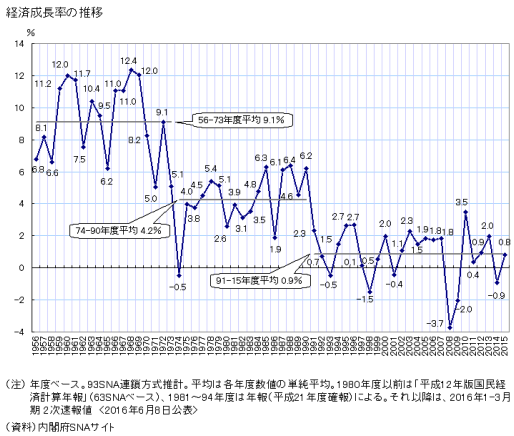
それにも関わらず電力産業は固定設備部分が巨大であるが故に限界費用で電力料金を設定すると赤字が発生するという主張がなされている。本当にそうだろうか。米国では原則電気料金への賦課がストランデッド・コスト（Stranded costs：不良債権化し回収不能に陥った投入費用のこと）として認められているというが、日本の場合はバックエンド費用を考慮さえしなければストラウンデッドコストはゼロではないだろうか。多目にみても稼働 10 年以降は運転するほどほぼ純益を生み出し続ける【打ち出の小槌】状態の宝の箱（実はパンドラの箱なのだが）であり、事業者は当然の事ながら頑なに国策による維持・存続を声高に主張する訳である。国に完全に保証され国民を担保にしたそんなオイシイ電源を手放したくないし、世界中を見渡してもそんな事業はそうそう成立し得ないのではないだろうか。廃炉や廃棄場の問題さえ考えに入れ無ければ。

電力業界の過剰設備投資は、有るもので賄おうと試みる工夫も何も無いどんぶり勘定である。総括原価方式の悪しき部分はここに集約される。いや、過大な投資による原価の増大が更なる利益の増大を招くという市場原理では全くあり得ないことが平然と行われてきたのではないかと疑いたくもなるだろう。だが消費電力が大きくなれば経済的に成長して社会が便利になり人々が幸福になるという発想は根本的に間違っている。真空管とＬＳＤを比較してみれば一目瞭然である。コンピュータの始祖であるエニアックは果たして何台集めてどのくらいの電力消費で地球環境シミュレーションが可能だろうか。対照的に量子コンピューターについては況やである。一見すると小さな資源や力で成立する社会は高度な技術で成立するのである。それに過度なエネルギーの需要と消費が何をもたらしたかについては我々は今まさに身を以てそのツケを支払い始めているのである。ならば『縮小型社会への技術的進化』は十分に論理や進むべき方向として成立する。つまり『縮小へ向かっての成長』である。それは同時に『再成長への余地』も生むこととなる。

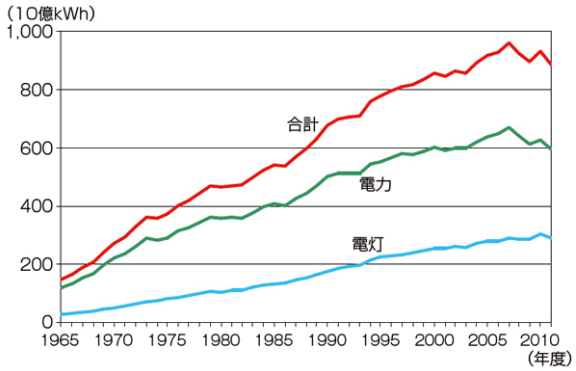
前述したネガワット・サービスを行うことで発電事業者は限られた自らの資源（資産）を最大限に有効活用が可能になる。そこで新規に顧客を獲得するための元手を獲得できるのである。これは従来の電力市場のような地域閉鎖的な独占市場においては既存の電力会社が自然エネルギーの積極的導入についてインセンティブを得る事は実質的に不可能であり、総括原価方式は過剰なまでの設備投資を助長する元凶であった。そして従前のような市場の寡占を防ぐために占有率の上限を定めるべきであるが、再生エネルギーの発電分に

ついては無制限とするべきである。そもそも 2014 年時点の比率で僅か 10.7%の再エネに現在のところ市場を寡占するだけの見通しは、2030 年に 22～24%との目標があるに過ぎない。

また、ヒートポンプやバイナリーシステムを始めとしたエネルギーハーベスティングやネガワット技術によって棄てられているエネルギーを再利用することでヒートアイランドの熱溜りの発生が防止でき、都市鉱山が活用され、汚染物質の排出が低減されるのであれば、それらにかかるコストはそれらによって発生する被害の回復にかかる復旧、対策費用と考えれば捻出できないはずはないのである。それに勿論、急速に普及しコストダウン著しい太陽光発電を特に戸建て住宅へ普及させること同居世代や集住化によって世帯数を減らすと同時にエネルギー需要を抑えることを促進するゼロエネルギー住宅改修についての積極的な補助或いは減税措置を行うことでその急速な普及を促進することが可能になり、近い将来に地域のエネルギー消費の一部が住宅由来の再エネで賄うことができるようになるだろう。これがビジネスとして成立しないという声もあるが、その方々は残念なことに短期的かつ一元的な視点しか持ち得ていないのではないだろうか。確かにそれは単独では成立は難しいかも知れない。しかし本来電力供給は公共的性質を色濃く持つ公共財の一種であり、総括原価方式で国民の税金を惜しげもなく吸収した上で様々な分野、例えば迷惑施設の交付金などに湯水のように注ぎ込み、従前無駄の温床のような構図が続いてきた。電力ビジネスが総括原価方式以外の方法でこのような所業が行うことができただろうか。いや、そもそもビジネスとしてどのように成立し得たのであろうか。



【 グラフ 12 】経済成長率の推移



【 グラフ 13 】電灯電力使用電力量の推移

グラフを見てみよう。日本の経済成長の傾向と電力供給量の増加は連動していない。電力消費量の増加に追従しようとして認可を申請し、許可が出てから着工するので、いざ稼働する段になってから電力の需要が経済成長率の鈍化によって低く抑えられてしまい、過剰なインフラ投資となり、余剰設備となりかねなかった原子力発電施設を生かすための苦肉の策として他業種、特にガス業界の分野であった熱需要部分の取り込みをオール電化と

いう形で、おまけに一旦稼働すると止めるのが大変であるため夜間割引料金を設定し、とにかく無駄に湧き出て抑制できない電力を使い切ってしまう方策に転換せざるを得なかったのではないかと疑いたくなる。それどころか原子力発電の普及初期段階では運転開始の数年後には高度経済成長が終わりオイルショックに端を発した不況と低成長時代の幕開けが、次に大型原発建設ラッシュの 1980 年代末から 90 年代初頭バブル経済真っ只中で、いざ運転が開始された 93 年や 94 年以降はバブルが弾け『失われた 20 年』が始まるのである。原発の運転開始時期は不思議なことに経済成長の鈍化や下降へ変調を来す変曲点と符合するのである。しかし高度経済成長の末期やバブル経済期は原発の建設ラッシュ、即ち巨額の設備投資が裾野の広い建設業をはじめとした産業界にバラ撒かれることで一時的に活性化したものであり、運転開始は即ち巨額の設備投資が一段落付いたことを示す。元はと言えば税金に財源を発する国費や広く国民に電気代として徴収される資金をバラ撒いて打ち上げた乱痴気騒ぎが一段落ついて静けさが戻っただけ、『宴が終わった』だけなのである。

今はどうすればいいだろうか。一時の巨額な設備投資に身を任せて蜜が尽きる度に次々と花から花へ飛び移るのは持続可能な社会の成立が必要不可欠な現代には時代遅れ且つ愚かな行為であると言えるだろう。持続可能な社会は持続可能な設備更新や民間の地域社会内での資金循環が必須である。例えばそれは東日本大震災後に奨励されているクールシェアやウォームシェアを行うために人々がショッピングセンターへ向かうようになったことも一例であろう。その集客効果は大きく持続的である。節電政策の方が実体経済への波及効果は金融緩和策などより遥かに高いのではないだろうか。電力の利用を逓減することで地域経済の金が外部へ流出する代わりに地域内部で循環するようになり、地域経済が活性化されることとなったのである。原発再稼働が経済を活性化させるという学者や識者は過去に囚われてしまい、今はもう時代のニーズにそぐわない間違った考え方に固執してしまっているのである。そして国富、国富と声高に唱える者達が指す「国富」とは一体何で、それを彼らはどうしたいのであろうか。彼らが求める国富は我々の求めるモノではなく、むしろ避けるべきものなのではないだろうか。再エネに関し、特にその大量導入技術を支える電力技術についての世界動向の情報がいかに日本に入ってきていないか、いかに日本はこれまで情報収集を怠ってきたか。ここまでこの業界が原子力の再稼働に固執するのは裏に何かあるのかと邪推したくもなるだろう。

そもそも外貨を稼がなくてはならないという強迫観念こそが大いなる誤りの元凶なのである。外貨が必要なのは自分たちで賄えないモノを購入するためである。裏を返すと自分たちで賄えるモノは買う必要が無いのである。唯々単に外貨が必要で富の流出を嘆いている者たちには、そもそも在る物をやり繰りするという工夫も何も無い。つまり発想が貧困なのである。持たなければ無いなりの工夫で必要最小限の外貨でやり過ごすことが何故できないのか。カネが無ければ本当に生きていけないのだろうか。最小限の生活とは何であ

ろう。そして本当の幸せとは。我々は未だに物質的なモノサシで幸せを測っていないだろうか。我々は過度に拘り過ぎていないだろうか。そして何度でも問いかけよう。

【経済の発展は本当に我々に幸福をもたらすのだろうか】

今の日本は想い出が沢山詰まった玩具箱を捨てられずにゴミ屋敷と化してしまったボロ家に住み、借金をしながら過ぎ去った過去の栄光にしがみ付き、分不相応に高価なものを通信販売で買い漁って生活している没落成金のような者ではないだろうか。とてもではないが、トリクルダウンして下のグラスを満たすだけのシャンパンは産み出し得無い。途中で酒が尽きて下まで流れ落ちず、決定的にシャンパンが現金でなく将来のツケ払いで支払ってもなお足りないこと、注ぎ損ねて溢したり、横から啜る者達が跳梁跋扈していることに皆気が付いていないのである。そのうち注ぎ満たされた上部の重さと空っぽでグラグラした下部のアンバランスさに耐えきれずシャンパンタワーが崩れ落ちてしまうだろう。燃料の供給を遠隔地の他者に依存し、国富を流出させて自らの経済的地盤を弱らせ、地球環境に有害な物質を管理できずに垂れ流すような我々の社会生活の基盤であるエネルギー、特に電力がいかに強靭なように見せかけていてもその実、脆弱で危ういバランスの基に成立しているにしか過ぎないことに気付かされるのである。

今こそ知るべき時である。
巨大な『ムダ』を是とし、それに群がり貪り喰らうことの愚かさを。
今こそ知らしめる時である。
少量でも常に着実に生み出し続ける『持続的で再生可能なモノたち』のチカラを。
今こそ取り戻すべきである。
我々の本来の在るべき姿を。

そしてこれは我々の希望と未来を取り戻すための私の想いである。

今こそ思い知るがいい。
『あの物語』に於いて、驕り昂った末に主人公たちの不屈の精神と尽き果てない闘志を『無駄』と嗤い、彼らが窮地に陥ってもなお自分を信じ仲間を信じて繰り出した数々の策を『貧弱』と嘲った挙句に『巨悪』の辿った運命を。

【参考文献・資料】

1）ムダ遣いこそ真の『富の逸失』
・大久保泰邦　著『エネルギーとコストのからくり』平凡社新書 2014
・『発電用燃料消費実績』電気事業連合会
http://www.fepc.or.jp/library/data/60tokei/xls/4_2.xls

・『新電力ネット』　http://pps-net.org/
・電気事業連合会　2012 年電力販売実績速報、他年度実績値
http://www.fepc.or.jp/library/data/demand/__icsFiles/afieldfile/2013/04/19/sokuhoFY2012.pdf
http://www.fepc.or.jp/library/data/demand/
・週刊東洋経済『最悪の夏を乗り切る　電力欠乏全対策』P.34～67 第 6323 号 2011.4.30～5.7 東洋経済新報社
・鍋島淑郎・森棟隆昭　共著『ごみから電気をつくる』オーム社　平成 11 年
・飯田哲也 著『エネルギー進化論』ちくま新書　2011
・伊藤靖史・大杉謙一・田中亘・松井秀征　著　『会社法』　有斐閣　2009
・『グリーン　センチュリー　ファンズ』http://www.greencentury.com/
・『Japan Smart City Portal 』http://jscp.nepc.or.jp/
・現代農業『季刊地域 No.7』特集　いまこそ農村力発電　再生可能エネルギー活用事例とその可能性　農文協　2011
・現代農業『季刊地域 No.9』特集　耕作放棄地と楽しくつきあう／現場からの「森林・林業再生プラン」　農文協　2012
・現代農業『季刊地域 No.13』特集　地あぶら・廃油・ガソリンスタンド　むらの油」を宝に育てる　農文協　2013
・ガソリンスタンド数の推移をグラフ化してみる(2015 年)／ガベージニュース
http://www.garbagenews.net/archives/1972324.html
・レギュラーガソリン価格と灯油価格をグラフ化してみる(2016 年) ／ガベージニュース
http://www.garbagenews.net/archives/2016753.html
・一般廃棄物の発生量
https://www.rikanenpyo.jp/kaisetsu/kankyou/kan_007.html
・プラスチックとリサイクル 8 つの「は?て な」
一般社団法人 プラスチック循環利用協会 2015　http://pwmi.or.jp/pdf/panf3.pdf
・渡辺篤彦　他著『海洋でのプラスチックの動態と海岸漂着の予測および含有する重金属の輸送について』2012
http://web.tuat.ac.jp/~gaia/MPPsympo/IsobeJap.pdf
・プラスチックごみの処理方法を考える研究会 2011
http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwb1046/TRsetsumei.pdf

２）水素は本当に切り札なのか

・研 究 開 発 局『高温ガス炉技術の研究開発に係る作業部会の設置について』
平成 26 年 6 月 30 日
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/072/shiryo/__icsFiles/afieldfile/

2014/07/10/1349581_01.pdf
・『日本・UAE 高温ガス炉研究協力技術フォーラム-Japan and UAE Joint Forum on High Temperature Gas-cooled Reactor-』
www.jef-site.or.jp/image/JEF20131105.pdf
http://jef-site.or.jp/image/UAE_2016_HighTemperature_Gas-cooled_Reactor_3.pdf
・東京都 環境局 都市エネルギー部『水素社会の実現に向けた東京都の取組について』
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/energy/hydrogen/docs/0203-tokyo-to2.pdf
・東京都知事 舛添要一『水素社会の実現に向けた取組に関する東京都の意見』
http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2015/10/DATA/20paf200.pdf
・水素・燃料電池戦略協議会『水素・燃料電池戦略ロードマップ　～水素社会の実現に向けた取組の加速～』平成 26 年 6 月 23 日
http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140624004/20140624004-2.pdf
・上岡直見 著『「走る原発」エコカー　危ない水素社会　』コモンズ　2015
・江原春義　著／山根公高 監修『R 水素　再生可能エネルギーと水による地域循環型エネルギーのかたち』R 水素ネットワーク　2015
・月刊エネルギーフォーラム vol.737　5 月号 P.43～64　Monthly Feature『次世代エネの本命となるか「水素革命」の光と影』エネルギーフォーラム 2016
・『東芝の水素インフラ事業について』株式会社東芝　前川治 2015
http://www.toshiba.co.jp/about/press/2015_04/j0601/20150406ppt.pdf
・木曽芳広　他『高温ガス炉関連技術』　富士時報 vol76　No.6 2003
http://www.fujielectric.co.jp/about/company/jihou_2003/pdf/76-06/02.pdf
・高効率ごみ発電／TAKUMA　http://www.takuma.co.jp/news/2013/20131023.html
・週刊東洋経済『スマートカー巨大市場　自動運転＋エコカーが世界を変える』P.34～59 第 6494 号 2013.11.9 東洋経済新報社
・『天然ガス自動車の普及に追い風』ジェトロ海外調査部北米課 木村誠
https://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/report/07001452/us_natural_car.pdf
ジェトロセンサー 2013 年 8 月号
・『「北海道水素社会実現戦略ビジョン」素案』
http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/tot/suisopabukome.htm
http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/tot/H270730shiryo2.pdf
http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140624004/20140624004-2.pdf

3）ネガワットは社会の構造を変える

・Peter Hennicke ／Dieter Seifried　共著／朴勝俊　訳『Negawatt（ネガワット）発想の転換から生まれる次世代エネルギー』財団法人省エネルギーセンター　2001
・月刊エネルギーフォーラム vol.702　6 月号　P.18～41　報道特集『電力改革「2020 年」の

青写真』エネルギーフォーラム 2013
・月刊エネルギーフォーラム vol.710　2 月号　P.18～29　報道特集『「ソーラーバブル」に見るＦＩＴの功罪』エネルギーフォーラム 2014
・『～ネガワット取引の活用について～制度設計ワーキンググループ　平成 26 年』
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/kihonseisaku/denryoku_system/seido_sekkei_wg/pdf/009_05_05.pdf
・『ディマンドリスポンスについて ～ 新たな省エネのかたち ～』
資源エネルギー庁　新産業・社会システム推進室　平成 26 年
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/sho_ene/pdf/006_03_00.pdf
・『ネガワット取引について』経済産業省　資源エネルギー庁 平成 28 年 3 月
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/kihonseisaku/pdf/005_07_00.pdf
・『ディマンドリスポンスについて』資源エネルギー庁　総合資源エネルギー調査会
長期エネルギー需給見通し小委員会　平成 27 年 3 月
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/005/pdf/005_09.pdf
・『ネガワット取引の経済性等に関する検討会 概要』　資源エネルギー庁　新産業・社会システム推進室　平成 28 年 3 月
http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/energy_resource/pdf/002_04_00.pdf
・株式会社 Digital Grid　http://digitalgrid.com/
・Amory B. Lovins 著　Rocky Mountain Institute／山藤泰　訳『REINVENTING FIRE／新しい火の創造　エネルギーの不安から世界を開放するビジネスの力』ダイヤモンド社　2012
・南西諸島の地域バイオマス利活用により減化学肥料栽培を実現
―地域バイオマス利活用マニュアルの作成―　農研機構　平成 27 年
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/files/karc_press_2015_10_1.pdf
・『都道府県別給油所数の推移　資源エネルギー庁調べ（各年度末現在）』
http://www.sekiyu.or.jp/topics/data_a.html
・『発受電実績』電気事業連合会
https://www.fepc.or.jp/library/data/hatsujuden/__icsFiles/afieldfile/2016/04/13/hatsuju_s_fy2015_1.pdf
https://www.fepc.or.jp/library/data/hatsujuden/__icsFiles/afieldfile/2011/04/15/hatsuju_fy2010_0315.pdf
https://www.fepc.or.jp/library/data/hatsujuden/__icsFiles/afieldfile/2013/04/12/hatsuju_fy2012_0412.pdf

・『電力比較サイト エネチェンジ』2015 年 4 月 28 日理化学研究所
http://www.riken.jp/pr/press/2015/20150428_1/
・『東京電力エリアに対する電力供給を申請している新電力事業者(PPS)85 社の一覧』
https://enechange.jp/pps/areas/tepco
・『マンション内電力融通システム「T−グリッドシステム」採用のスマートタウン計画について』静岡ガス　http://www.shizuokagas.co.jp/information/news/2014/0130.html
・『T−グリッドシステム』
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/kihonseisaku/gas_system/pdf/017_04_00.pdf
・一般社団法人 日本照明工業会　電球類主要生産高統計グラフ　経済産業省機械統計 2016 年　http://www.jlma.or.jp/tokei/pdf/lamp_graph01.pdf
・『電球類年間生産・出荷(販売)統計』 2016 年
http://www.jlma.or.jp/tokei/pdf/lamp_statistics01.pdf
・一般社団法人 日本照明工業会　統計データ　http://www.jlma.or.jp/tokei/index.htm
・『LED のシェア・普及率・市場規模』大塚商会
https://www.otsuka-shokai.co.jp/products/led/news/trend/market-size.html
・『LED 照明産業を取り巻く現状（資料）』2012 年 11 月　商務情報政策局 情報通信機器課
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004296/pdf/001_05_00.pdf

４）ＢＡＳＥな奴らを落とせ！

・『夏と冬の需要カーブの違い』東京電力
http://www.tepco.co.jp/forecast/html/chigai-j.html
・『電力需要実績』電気事業連合会
https://www.fepc.or.jp/library/data/demand/index.html
・神田誠他 共著 『原子力教科書 原子力プラント工学』 オーム社 平成 21 年
・『火力発電について』平成 24 年 2 月　資源エネルギー庁
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_problem_committee/013/pdf/13-7.pdf
・瀬間徹　監修『火力発電総論』　社団法人電気学会／オーム社　2002
・総合技術誌 OHM　特集　地熱発電－世界３位の地熱エネルギー資源を持つ日本の現状と世界の動き　オーム社　第 98 巻　第 7 号 2011
・総合技術誌 OHM　特集　地熱バイナリー発電　オーム社　第 101 巻　第 1 号 2014
・全国小水力利用推進協議会　http://j-water.org/about/index.html
・清水政彦　著『東京で地熱発電　地熱資源大国ニッポン』並木書房　2012
・Sustainable Japan　http://sustainablejapan.jp/2016/03/20/electricity-proportion/13961
・『新電力のシェアが 2014 年度に 5%を突破、中小規模の利用者で伸びる』スマートジャ

パン　http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1505/22/news024.html
・『大手新電力会社・一覧とシェアランキング』電力計画.com
http://standard-project.net/energy/pps/

5）エネルギー消費需要の裾野からの変革

・日本工業出版『クリーンエネルギー』vol.264　P.43～46　次世代エコストア「イオンモール幕張新都心」への停電対応型コージェネレーション導入事例　山中寿幸・他、P.47～55　異業種連携によるＣＧＳ及び熱源設備の更新　吉原治・他、P.56～59　家庭用コージェネを標準装備した、省エネ住宅エコタウンの形成　古川秀彦 2014
・一般社団法人　日本電設工業協会『電設技術』No.722　解説 P.119～124　スマートアイランド（人工浮島）構想　間瀬惇平 2013
・砂土原聡　他共著『都市・地域エネルギーシステム』鹿島出版会　2012
・岡村久和 著『最先端ビジネスがひと目でわかる スマートシティ』アスキー・メディアワークス 2011
・伊藤剛　著『進化する電力システム　市場フロンティアとビジネスモデル革新』東洋経済新報社 2012
・堀越智　編著　竹内敬治／篠原真毅　著『エネルギーハーベスティング　身の周りの微小エネルギーから電気を創る“環境発電”』日刊工業新聞社　2014
・設備振動を電力に変換するワイドバンド振動発電技術の開発と適用
株式会社竹中工務店 技術研究所
http://www.uit.gr.jp/members/thesis/pdf/honb/400/400.pdf
・『振動により電気を起こす小型振動発電ユニットを開発』スター精密株式会社 2013 年
http://www.star-m.jp/topics/4641/
・建築ジャーナル No.1251『特集　電源責任』P.16～17 市民電力は伸びるか 2016
・統計表一覧（経済産業省生産動態統計）平成 28 年 4 月分確報
http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html
・『雨水利用市民の会』http://www.skywater.jp/
・『田淵電機「EIBS（アイビス）」』http://www.enetelus.jp/use/house02.html
・『マグネシウム電池を搭載可能超小型モビリティ「piana」 』株式会社 STYLE-D
http://www.style-d.jpn.com/press/pianacatalog.pdf

6）原発不経済

・山内弘隆・澤昭裕　編『電力システム改革の検証　開かれた議論と国民の選択のために』
白桃書房　2015
・『原発の本当のコスト―公表データから見えてくるもの―』立命館大学国際関係学部　大島堅一 2011　http://www.foejapan.org/infomation/news/110419_o.pdf

・大島堅一　著『原発のコスト－エネルギー転換への視点』岩波新書 2011
・『電力会社に、「原子力発電所の建設費はいくらですか?」と聞いてみた』
マイナビニュース　2013/03/15
http://news.mynavi.jp/news/2013/03/15/100/
・『原子力発電所の概要』　玄海原子力発電所・川内原子力発電所　九州電力
http://www.kyuden.co.jp/nuclear_outline_index.html
・電気事業講座編集委員会　編纂『電気事業講座４　電気事業関係法令』エネルギーフォーラム　平成 20 年
・電気事業連合会『電源三法交付金制度』
http://www.fepc.or.jp/nuclear/chiiki/nuclear/seido/
・一般財団法人　電源地域振興センター『電源立地制度の概要』
http://www2.dengen.or.jp/html/leaf/seido/seido.html
・『一世帯あたり電力消費量の推移』　電気事業連合会
http://www.fepc.or.jp/enterprise/jigyou/japan/sw_index_04/
・本間龍　著『原発プロパガンダ』岩波新書 2016
・『環境・エネルギー問題に関する世論調査-東日本大震災から 3 年後の人々の意識-』
電力中央研究所　研究報告書（電力中央研究所報告）小杉 素子　2014/12
http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y14004.html
・井上武史 著『原子力発電と地域政策－「国策への協力」と「自治の実践」の展開－』晃洋書房 2014
・『英米にみる電力自由化と原子力』IEEJ 第一研究部長 森田 浩仁　2003 年 8 月掲載
http://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/716.pdf
・澤昭裕『電力自由化論の致命的な欠陥』NPO 法人 国際環境経済研究所 2013
http://ieei.or.jp/wp-content/uploads/2013/01/e2fce8a1d40d4da56604f894ffcaf298.pdf
・北村行孝／三島勇　著『日本の原子力施設全データ』BLUE BACKS　B－1759　2012
・原子力発電所の廃炉に係る料金・会計制度の検証結果と対応策　平成 25 年 9 月
総合資源エネルギー調査会　電力・ガス事業部会　電気料金審査専門小委員会　廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ
http://www.meti.go.jp/press/2013/10/20131001002/20131001002-4.pdf
・『原子力発電所の廃炉に係る料金・会計制度の検証結果と対応策（案）』平成 25 年 8 月
総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業部会電気料金審査専門小委員会
廃炉に係る会計制度検証ワーキンググループ資料 3
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/denkiryokin/hairo_wg/pdf/002_03_00.pdf
・『原子力発電所の廃止措置を巡る 会計制度の課題と論点』平成 25 年 6 月
資源エネルギー庁　資料 5
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denkiryokin/hairo_wg/pdf/001

_05_00.pdf
・荒木飛呂彦　著『JOJO'S BIZARRE ADVENTURE』集英社 1987～

【写真・図表】
・【 グラフ１ 】『平成 24 年度エネルギーに関する年次報告』（エネルギー白書 2013）
第 2 節　部門別エネルギー消費の動向【第 212-2-1】最終エネルギー消費の構成比
・【 グラフ２ 】【第 212-1-5】製造業業種別エネルギー消費の推移
・【 グラフ３ 】【第 212-2-5】家庭部門におけるエネルギー源の推移
・【 グラフ４ 】【第 212-2-10】業務用エネルギー源の推移
・【 グラフ５ 】【第 212-3-5】旅客輸送のエネルギー源別消費量の割合
http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2013html/2-1-2.html
・【 写真１ 及び 写真２ 】連続式油化装置　NVG-200　株式会社ブレスト
http://www.blest.co.jp/nvg-200.html
・【 グラフ６ 】『天然ガス自動車導入台数の推移』一般社団法人 日本ガス協会
http://www.gas.or.jp/ngvj/spread/ngv_spread.html
・【 グラフ７ 】『都道府県別給油所数推移』資源エネルギー庁調べ（各年度末現在）
一般社団法人全国石油協会　http://www.sekiyu.or.jp/topics/
・【 グラフ８ 及び グラフ９ 】『エネルギー効率』wikipedia
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E5%8A%B9%E7%8E%87
・【 写真３ 】福井工業大学　笠井研究室：エコプロダクツ 2014 会場ブースにて
・【 写真４ 及び 写真５ 】東京薬科大学　生命エネルギー工学研究室（渡邉一哉教授）
：エコプロダクツ 2015 会場ブースにて
・【 写真６ 及び 写真７ 】テスラ充放電ユニット（リチウムイオンバッテリー）
ＴＥＳＬＡ　ＭＯＴＯＲＳ　ＣＬＵＢ
https://teslamotorsclub.com/tmc/threads/pics-info-inside-the-battery-pack.34934/
・【 グラフ 10 】一般会計エネルギー対策費推移
『原発の本当のコスト―公表データから見えてくるもの―』立命館大学国際関係学部　大島堅一
2011　http://www.foejapan.org/infomation/news/110419_o.pdf
・【 グラフ 11 】電源開発促進対策特別会計　同上
・【 グラフ 12 】社会実情データ図録『経済成長率の推移』
http://www2.ttcn.ne.jp/~honkawa/4400.html
・【 グラフ 13 】『平成 24 年度エネルギーに関する年次報告』（エネルギー白書 2013）
【第 214-1-1】電灯電力使用電力量の推移／経済産業省 資源エネルギー庁
http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2013html/2-1-4.html