

太陽光発電電力高値買取に反対する

HP 管理者 近 藤 邦 明

はじめに

1988 年 6 月 23 日の米国上院公聴会における NASA のハンセンによる『99%の確率で CO₂ 地球温暖化が起こっている』という証言以降、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）における議論を通じて人為的な CO₂ 排出量の増加を原因とする気温上昇という非科学的なフィクションが『国際的政治課題』となり、COP3＝第 3 回気候変動枠組条約締約国会議いわゆる京都会議における議定書において、2012 年までに参加国の CO₂ 排出削減量が義務付けられました。

また米国のオバマ政権はグリーン・ニューディール政策を発表し、括弧付きの『環境技術』による新規産業による経済再建を打ち出しました。日本政府は世界市場において、環境分野の新規産業分野で欧州や米国に遅れをとるまいとエコ産業分野への国家的な財政投入を開始しようとしています。

一方、ほとんど思考停止状態にある日本国民の中間～富裕層は、繰り返しマスメディアから流される高額商品を販売するための企業戦略であるエコ洗脳放送によって、高額なエコ商品を購入することで自らの都会的・浪費的な生活様式による環境破壊が免罪されると信じています。

また、宗教化した環境 NPO は最早科学的・技術的な判断能力を喪失し、自然エネルギーの利用は無条件に CO₂ 排出量を削減し、環境問題を改善するというドグマに囚われ、エコ産業でぼろ儲けをたくらむ企業の尖兵としての役割を担おうとしています。

しかし、現在検討されている太陽光発電や風力発電による供給電力は、気まぐれな天候任せの極めて不安定で制御不能な低品質の電力しか供給できません。これは電力供給システムにとって致命的な欠陥です。しかも、エネルギー密度の低い自然エネルギーを捕捉するためには膨大な工業生産物の投入が必要であり、工業生産規模を飛躍的に拡大する＝石油・鉱物資源の浪費を加速することなしには実現できないのです。

こうした新エネルギーの大規模導入は社会全体のエネルギー・資源利用効率の著しい低下を引き起こし、社会の生産力を低下させるばかりでなく、自然環境を徹底的に破壊することになるのです。

日本政府が打ち出した太陽光発電電力の高値買取制度とは、大量のエネルギーと資源を浪費して、敢えて現在よりも低品質の電力供給システムを構築するために、その低品質の電力供給システムの構築に浪費されるエネルギーや資源などの費用を何の便益を受けることのない一般消費者から搾り取り、これを太陽光発電パネル製造メー

カーとその関連企業で食いつぶすことを国が制度的に義務付けるというものです。

確かに、太陽光発電パネル製造メーカーとその関連企業は、この制度の導入によって短期的には需要の増大によって経済的に活況を呈することになります。しかし前述の通り、長期的には社会全体を駆動しているエネルギー供給システムのエネルギー・資源利用効率の低下は社会全体の生産力の低下と自然環境の破壊を引き起こし、国家を疲弊させることになるのです。太陽光発電電力の高値買取とは極めて近視眼的な経済対策に過ぎず、長期的には最悪の環境・経済政策なのです。

ここでは日本のエネルギー政策の問題点を概観し、特に太陽光発電を例に、自然エネルギー発電がどうして環境を破壊することになるのか、その科学・技術的な構造を明らかにすることにします。

1. 主要エネルギーの歴史的変遷

1-1 エネルギー技術と文明

文明の生産力は利用できるエネルギー技術に大きく依存します。

私たちの文明は、有史以来、長らく薪や炭に代表される更新性の生物資源（＝今風に言えばバイオマス）と家畜の利用によって成り立っていました。その後、風車や水車の発明で自然エネルギーが利用されるようになりました。

大きな転機となったのが石炭燃焼による外燃機関である蒸気機関の登場であり、これが産業革命を成立させた本質的な技術です（蒸気機関は燃料の燃焼によって得られる熱エネルギーを動作物質＝水蒸気を介して運動エネルギーとして取り出す装置です。）。産業革命以降の枯渇性のエネルギー資源に依存した動力文明の下で行われる加工製品の生産を工業生産と呼ぶことにします。

石炭使用によって文明の利用できる動力あるいはエネルギーは飛躍的に大きくなりました。しかし、石炭という有限の枯渇性資源に依存するという工業文明の本質的な限界の問題が生じることになりました。

外燃機関は燃料の燃焼装置と動作物質（蒸気機関では水あるいは水蒸気）の循環装置が別に存在するので装置が比較的大規模になるため、定地用の動力あるいは比較的大きな運搬手段、例えば船舶や機関車の動力として利用されることになりました。

動力装置の技術的な大きな飛躍が石油の利用による内燃機関の登場です。ガソリンエンジンやディーゼルエンジンに代表される内燃機関の特徴は、燃料を燃焼させる容器内の燃焼ガスそのものを動作物質として運動エネルギーを取り出すため、燃焼装置と動作物質の循環装置を分離していた外燃機関に比較して小型・軽量化が可能なこと

です。ただし、1 サイクル毎に燃焼ガスとともに熱を廃棄してしまうため、熱効率はそれほど良好ではありません。

内燃機関による動力装置の小型・軽量化は、小型の移動手段である自動車の普及に決定的な影響を与えました。また、内燃機関の普遍的な普及は、燃料資源として石炭から石油へのシフトを急速に推し進めることになりました。

日本では第二次世界大戦敗戦後、1950 年代から急速に石炭から石油への依存度を高め、1960 年代には国内炭鉱をスクラップ化する動きが強まり、炭鉱における労働争議が頻発しました。しかし、1970 年代には日本国内の炭鉱はほぼ壊滅状態になったと考えられます。

1-2 核武装と原子力エネルギー戦略

戦後の日本のエネルギー戦略は、まず主要エネルギー資源の石炭から石油への移行でした。この過程で国内において調達できるエネルギー資源である石炭を封印し、炭鉱は文字通りスクラップされ、殆ど 100%海外依存のエネルギー資源である石油への依存を強めていきました。

一方、エネルギーの長期戦略として原子力利用が開始されました。原子力発電の実用化と核燃料サイクルの確立を経て、高速増殖炉・核融合炉の実用化を目指すというものです。しかし、日本における原子力導入の発端は、日本の核武装に執着している中曽根康弘によるものであり、当初から経済性を度外視した軍事目的として始まったのです。

これは日本に限ったことではありませんが、原子力を利用するためには膨大な社会的・経済的・物理的システムを必要とするため、国家の介入なしには実施することは困難です。これは別の視点から見れば、原子力発電システムとは膨大な資源とエネルギーの投入がなければ維持できないことを示唆しています。

本来の額面どおりのエネルギー政策であるのならば、税金を投入する国家事業として、その石油利用効率や資源利用効率について徹底的に費用対効果を検討すべきです。しかし、当初から準軍事機密に属する原子力発電の実態は国家の厚い壁の中にあり、未だに詳細は明かされていないのです。

一方、原子力発電装置を納入するメーカーにとっては、原子力発電市場という特殊な閉鎖された市場は、軍需産業同様にきわめて利益率の高い市場となっています。人為的 CO₂ 地球温暖化による恐怖宣伝による原子力市場の拡大を狙って、東芝がウエスチングハウスを買い取ったのは象徴的な出来事でした。

このように、日本の原子力利用とは長期的なエネルギー政策というのは表向きの看板に過ぎません。そのためエネルギー政策としては欠陥だらけです。

まず、殆ど 100%海外依存の石油エネルギー体制から脱して自前のエネルギーを得るという目的は、高速増殖炉の安定的運用と核燃料サイクル技術の確立が前提の希望的なものでした。しかし、核燃料サイクルの中核をなす使用済み核燃料の再処理は、再処理によって得られるプルトニウム燃料から得られる価値よりも再処理に投入する経費の方が大きくなり、全く成立しない技術だということが明らかになりました。つまり、ウラン燃料はワンスルーで使い捨てにすることが最も効率的なのです。核燃料サイクルが技術的に不可能あるいは無意味であれば、ウラン鉱石は殆ど輸入に頼るしかありませんから、エネルギーの海外依存から脱するという目的は達成不可能なのです。まして、核融合など技術的に全く実現の可能性はないのです。

次に、石油代替エネルギーとして原子力にポスト石油として基本エネルギー資源となることを期待した時期がありましたが、これも全く不可能です。原子力利用は本質的に定地用の熱源としての利用しかありませんから、蒸気タービンの熱源として利用する発電以外に利用法はないのです。

更に、原子力発電は極めてエネルギー産出比が小さく（詳細については後述）石油に支えられた工業生産システムが存在しない限り、原子力発電から得られる電気エネルギーだけでは原子力発電システムを単純再生産することすらおぼつかず、利用可能な余剰電力を得ることなど到底不可能なのです。

もし原子力発電に可能性があるとしたら、石油利用の発電方式として、同量の石油を火力発電と原子力発電に投入した場合において、原子力発電の方がより多くの電気を得ることが出来る場合、石油節約的な発電方式としての存在価値が生じることになります。しかし、後述する通りこれも現実的にはあり得ないのです。

1-3 脱原子力発電の潮流

日本では、1960 年に池田内閣の下で所得倍増計画が開始され、60 年代はなりふり構わぬ経済成長路線がとられました。それはまた必然的な結果として産業公害の拡大の時代でした。

米国では一足速く 1960 年代には工業化された農業の問題が顕在化しつつありました。生物学者・作家のレイチェル・カーソンの『沈黙の春』は、生態系の農薬汚染についての警鐘を鳴らす啓蒙書として広く知られるようになりました。1970 年代に入ると、日本においても公害問題から更に視野が広がり、工業化社会における普遍的な環境問題へと問題意識は深化を見せることになります。

1970 年にローマクラブが組織され、1972 年に『成長の限界』というレポートがまとめられ、第二次世界大戦後の工業国の中で野放図に行われてきた工業生産の拡大による物質的な繁栄を目指す経済成長路線に対して見直しを行う必要があることが指摘されました。

その直後、第 4 次中東戦争を期に中東原油供給量の減少と価格高騰といういわゆる

『オイル・ショック』が発生し、石油が有限の資源であることが生活実感を持って認識されるようになりました。

物理学者エモリー・B・ロビンズは、従来の石油や原子力などの集中的で強力なエネルギー利用の形態を『ハード・エネルギー・パス』と呼び、その対立概念として、分散的、小規模で誰にでも理解できる更新性の自然エネルギーの利用を『ソフト・エネルギー・パス』と呼び、その普及を提唱しました（1976 年）。おそらく、現在日本においてソフト・エネルギーとして風力発電や太陽光発電の普及に傾倒している環境 NPO 関係者の多くが彼の著書に何らかの影響を受けているのではないかと思います。

更に、1979 年には米国のスリーマイル島の原子力発電所であわや炉心溶融から核爆発になったかもしれないという重大な事故が発生しました。更に、1986 年には旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所でも爆発を伴う重大事故が起こり、深刻な人的被害と環境汚染が現実のものとなりました。

第二次世界大戦後から 1970 年代中期にかけて、地球の平均気温は長期的な低下傾向を見せ、1970 年代には北極海の海氷面積が小氷期に匹敵するほどに拡大していました。この時代は、現在とは全く逆に地球寒冷化が気象現象の重大問題とされて議論されていました。物理学者カール・セーガンは 1983 年のレポートで『核の冬』の可能性を指摘しました。

このような社会状況が重層的に起きた結果、1980 年代以降は『核』あるいは『原子力』利用に対して否定的な世論が世界的な規模で形成され、米国では原子炉の新設は激減し、西欧では脱原子力発電の運動が広がりを見せ始めることになります。

1-4 自然エネルギー『発電』の台頭と原子力発電の復権

脱原子力発電の流れは自然エネルギー『発電』の導入へと向かうことになります。日本においても反原発運動を行っていた市民団体の多くが太陽光発電や風力発電の導入へと動きました。これに連動するように革新政党の愚かな政策立案者もこぞって自然エネルギー発電の導入を環境政策の中核に置くことになり、現在に至っています。

一方 1988 年の NASA のハンセンが米国上院の議会報告で人為的 CO₂ の増加による地球温暖化の脅威を訴え、CO₂ 地球温暖化が一躍世界的な政治課題に躍り出ることになります。これ以降、人為的 CO₂ の排出量削減は国際政治の駆け引きの中心的な課題となり、各国政府は京都議定書による CO₂ 削減目標を達成すべく動き始めます。

その結果、日本では政府・自民党までが自然エネルギー発電を中心とする『新エネルギー』導入を支持することになり、日本の国会は『人為的 CO₂ 地球温暖化の阻止と新エネルギーの導入』という問題に対して、正に環境翼賛国会の様相を呈しています。

しかし、ここで奇妙な現象が起きることになります。そもそも環境保護に関心のあ

った市民団体や反原発運動を行う市民団体から環境 NPO に展開していったグループは、脱原子力発電を目指し、その代替として太陽光発電や風力発電の導入に雪崩れ込んでいったのです。

ところが、人為的 CO₂ 地球温暖化仮説による『温暖化防止のための CO₂ 排出量削減キャンペーン』によって、新エネルギーの導入が国家的な政策になると同時に、原子力発電が復権することになるのです。

一説には、ハンセン自身が CO₂ 地球温暖化の脅威を煽ることで原子力発電支持グループの復権のために一役買ったのではないかという話もありますが、この話しの真偽はあずかり知りませんが、結果として確かに原子力発電所建設は新たな世界的ブームになる様相を呈しているのは否定しがたい事実です。西欧でも一旦放棄した原子力発電を再びエネルギー政策の中核に復権させる動きが起こっています。

一旦はスリーマイルやチェルノブイリ原発事故を受け、その環境破壊の凄まじさから脱原発を目指したはずの環境保護運動が当初の目的意識を失う中で、皮肉にも今度は CO₂ 排出を削減する温暖化防止・環境問題解決のための原子力発電の導入という形で見事に復権を果たしたのです。

1-5 ソフト・エネルギー・パスと自然エネルギーの大規模利用

太陽光や風力の利用は、脱原発あるいは過度の工業化による環境問題の激化に対するアンチテーゼとして生まれました。この動きは、精神的にはヒッピー・ムーブメントの『自然への回帰』の思想的な潮流の影響を少なからず受けているように思われます。そのためか、その後の環境保護運動の中には理念だけが先行する、なかば宗教化した運動も多く見受けられるようです。

エモリー・B・ロビンズのソフト・エネルギー・パスの基本理念は脱工業化の方向性を正しく示しているように思います（ただし、最近の彼がどのような行動をしているかは疑問ですが・・・）。それは以下のように特徴付けられるでしょう。

- ①自然エネルギーの小規模利用
- ②エネルギーを使用する場所で分散的に自然エネルギーを利用
- ③誰にでもわかるエネルギー利用技術

このソフト・エネルギー・パスと呼ばれるエネルギー利用形態の導入の前提は、既存のハード・エネルギー・パス、つまり石油や原子力などの強力なエネルギーの集中・大規模利用に支えられている肥大化した工業生産システムに過度に依存している社会システムを脱却して、地域に根付いた分散的で自給的な農林水産業に基盤を置く社会システムへの移行です。

なぜならば、自然エネルギーとはその特性としてどこにでもある普遍的なエネルギーですが、それ故エネルギー密度が低く、従来の石油エネルギーなどに比較すると同量のエネルギーを得るためには莫大なエネルギーの捕捉装置が必要になり、結果として工業生産規模を更に肥大化させることになるからです。

例えば、電力の質に対する評価は考慮せずに、単に絶対的な発電能力だけに着目しても、総重量4 t程度の200kWディーゼル発電機相当のエネルギーを得るためには、風力発電では高さ100mにも達する、上部構造だけで総重量160 tにもなる巨大風車が必要であり、太陽光発電では115m四方の太陽光発電パネルが必要になるのです。

つまり、自然エネルギーをただ導入すれば問題が解決されるわけではなく、むしろ第一に重要なことは過度に肥大化した工業生産に依存した社会システムを脱却して分散的で自給的な社会システムに移行することなのです。

ソフト・エネルギー・パスないし自然エネルギーの利用というものは石油や原子力というハード・エネルギー・パスを量的に単純に代替するものではないのです。単純に置き換えを行おうとすれば、自然エネルギーのエネルギー密度の低さから現在以上に巨大な規模のエネルギー捕捉・供給施設が必要となり、その結果として工業生産規模の拡大をもたらし、社会的システムやその基盤になる生態系に対する負荷を増加させ環境問題は更に悪化することになるのです。

現在のCO₂地球温暖化対策として導入されようとしている太陽光発電や風力発電装置は、工業生産に基づく物質的豊かさを維持しつつ、エネルギー供給システムだけを変えようとするものです。その結果、太陽光発電や風力発電に求められる機能は、大規模化、集中化であり、これはロビンスの定義からはむしろハード・エネルギー・パスに属する技術なのです。

また、100mの高さにも達する巨大風車の製造・建設や、国土面積の数%～数10%にも及ぶ広大な太陽光発電パネルの製造は、ハード・エネルギー・パスに支えられた巨大な工業生産力がない限り実現することは不可能なのです。

ソフト・エネルギー・パスとは、ただ単に我々の利用するエネルギー源を石油やウランから太陽光や風力に変えるだけでなく、その捕捉装置の製造を巨大工業に依存しない誰にでもわかる手工業的な製造方法で実現することが必要なのです。ソフト・エネルギー・パスとは、産業革命以前の伝統的な粉挽き風車や揚水水車あるいはパッシブ・ソーラーなどの技術の延長線上にあり、巨大工業生産システムを必要としないものなのです。

現在の環境NPOや国家によって計画されている大規模な自然エネルギー利用における『自然エネルギーの利用なのだから無条件に環境問題を克服し、石油依存度を減らすことになる』という発想は観念的なものであり、それによって基本的な問題点についての科学的・技術的な検討を放棄してしまったことに問題の根源があるのです。

2. エネルギー技術の科学的な評価における基本事項

2-1 基本エネルギー資源とエネルギー産出比

現在の基本的なエネルギー資源は、依然として石油を中心とする炭化水素燃料（以下、石油と総称する）と石炭です。

基本的なエネルギー資源の必要条件とはなんでしょうか？簡単に言えば『そのエネルギー資源を利用可能に加工するために投入したエネルギー量に比較して、結果として得られる利用可能なエネルギー量の方が大きいこと』です。ここで、エネルギー産出比を以下の様に定義します。

$$(\text{エネルギー産出比}) = (\text{利用可能エネルギー量}) / (\text{投入エネルギー量})$$

つまり、基本エネルギー資源の必要条件は（エネルギー産出比）>1.0 と書き表すことが出来ます。しかし、これだけでは現在の巨大な生産力を持つ文明を担うのに十分な条件とは言えません。なぜなら、（エネルギー産出比）≒1.0 だとすると、殆どエネルギーの単純再生産であり、得られたエネルギーのすべてをエネルギーの再生産に消費してしまい、他の工業生産に振り向ける余剰のエネルギーを生み出すことが出来ないからです。

詳細なデータはありませんが、おそらく（石炭や石油のエネルギー産出比）>10.0 ≧1.0 程度であろうと考えられます。もし仮に、『石油代替エネルギー』資源と言うものが存在するのならば、少なくともそのエネルギー産出比は 10 程度を確保できれば、現在の産業構造は維持できないのです。

2-2 迂回過程と電気エネルギー

基本エネルギー資源の変化とは別に、エネルギーの最終的な形態の変化も起こりました。電気エネルギーとは、基本的なエネルギー資源によって得られた有用エネルギーの利便性を高めるために形態を変化させたものです。電気は使用段階で照明、動力、電子機器の駆動など様々な利用が可能です。

『発電』という言葉に対して大きな誤解があるようです。発電とは電気エネルギーを生産するのではなく、何らかの別のエネルギー資源から得られる有用エネルギーを電気に変換しているのです。

物理化学的な変化の過程において、効率は常に 1.0 よりも小さくなります。それは、私たちの住む分子を最小単位として、その巨大な集合としての物質から構成された熱学的な世界では、エントロピー増大の法則に従って、変化のために投入されたエネルギーや物質の一部は必ず環境中に散逸するためです。

発電という変化の過程を考えてみましょう。石油火力発電の概略は次の通りです。

燃焼熱↑→熱機関↑→力学的エネルギー↑→発電機↑→電気

※『↑』は環境への熱エネルギーの散逸を示す。『→』は有効なエネルギーの流れを示す。

標準的な石油火力発電では、石油の燃焼エネルギーという投入エネルギー量に対して、最終的な生産物である電気エネルギー量の熱量ベースの比率は 0.35～0.40 程度だと考えられます。これは、石油火力発電の各段階における変換効率の積として表されます。

水を加熱して湯を沸かすという目的のために、石油の燃焼熱を石油ボイラーで直接利用する場合と、石油火力発電によって得た電気を使って電気給湯器で利用する場合について考えます。同じ目的、ここでは湯を沸かすという目的を遂行するために石油ボイラーと電気給湯器を利用する二つの手段があるわけです。

一般に同一目的の実現のための手段が複数ある場合、より複雑な過程を『迂回過程』と呼びその過程の複雑さの程度を『迂回度』と呼ぶことにします。着目する全過程に含まれる各素過程の効率は常に 1.0 より小さく、総合的な効率は各素過程の効率の積で表されるので、迂回度が大きいほど総合的な効率は指数関数的に小さくなります。

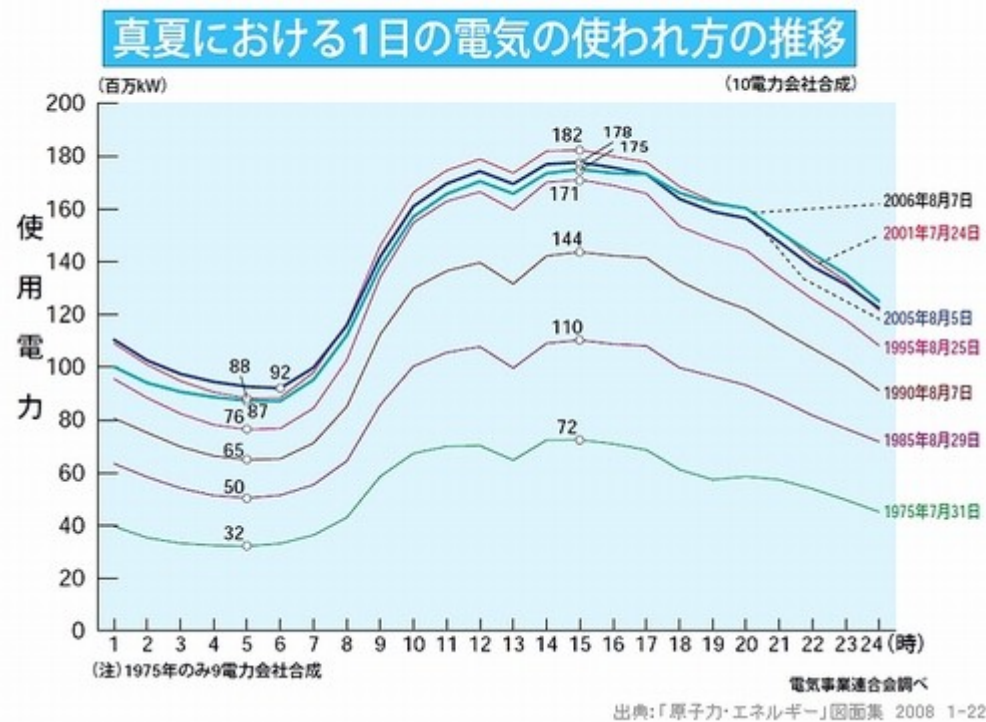
湯沸しの場合、石油ボイラーの効率を 0.9 だとすれば、投入された石油の燃焼エネルギーの 90%が湯を沸かすための熱として有効に利用できます。これに対して電気給湯器では最大でも、石油火力発電所において投入した石油の燃焼エネルギーの 35～40%以下しか湯を沸かすための熱として利用できないのです。

つまり、一般的に電気エネルギーでなくても実現できる目的に対して、迂回過程を経た電気エネルギーを使うことは社会全体のエネルギー利用効率を低下させることになるのです。オール電化あるいはエネルギー供給における電力化は社会全体のエネルギー利用効率を著しく低下させるのです。

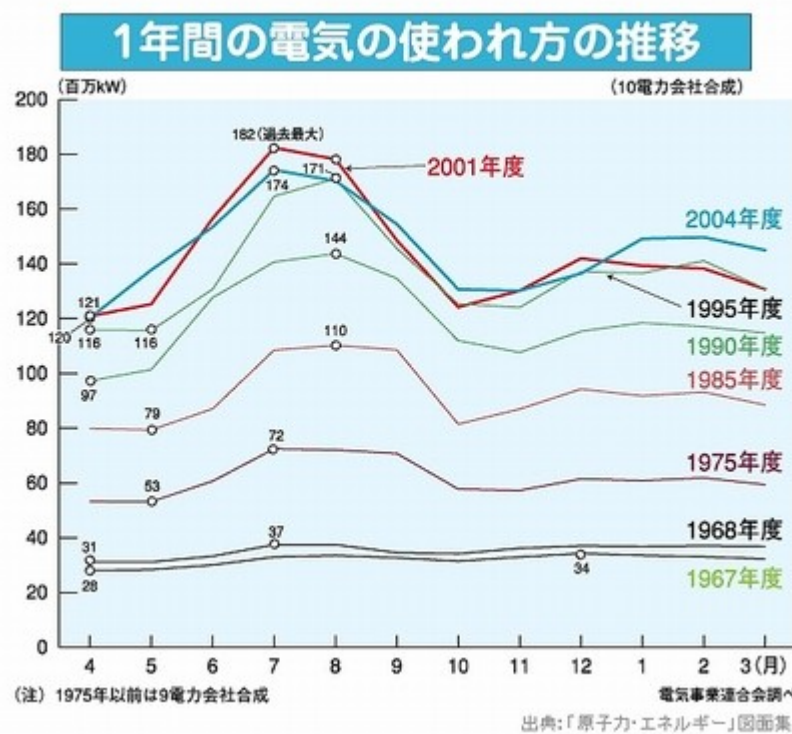
2-3 電気エネルギーの質

電気エネルギーは便利なエネルギーであり、既に述べたように利用段階で熱源・動力源・電灯、そして電子機器の運用などに利用することが出来ます。しかし、エネルギー供給技術としては難しい問題を持っています。

真夏における1日の電気の使われ方の推移



1年間の電気の使われ方の推移



電力に対する需要は常に変動しています。前頁に示すように、1日周期の需要変動、更に1週間周期の変動、そして1年間周期の変動などがあります。

電力供給システムは、こうした電力需要に即応するように、常に電力需要の動向を監視しながら、直近の未来の需要を予測して供給電力を完全に制御しなければならないのです。

供給電力と電力需要に大きな乖離が生じると、供給電力の周波数変動や電圧変動が起こり、重大な問題が起きることになります。特に、現在の社会では電子機器が生活の隅々にまで浸透しているため、社会システム全体に与える影響は重大なものになります。

2-4 工業的生産と価格

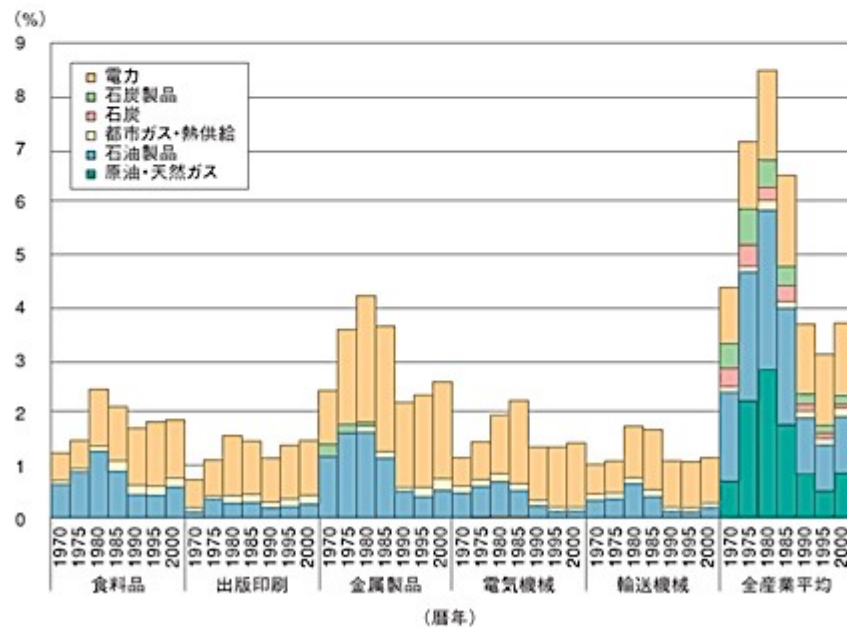
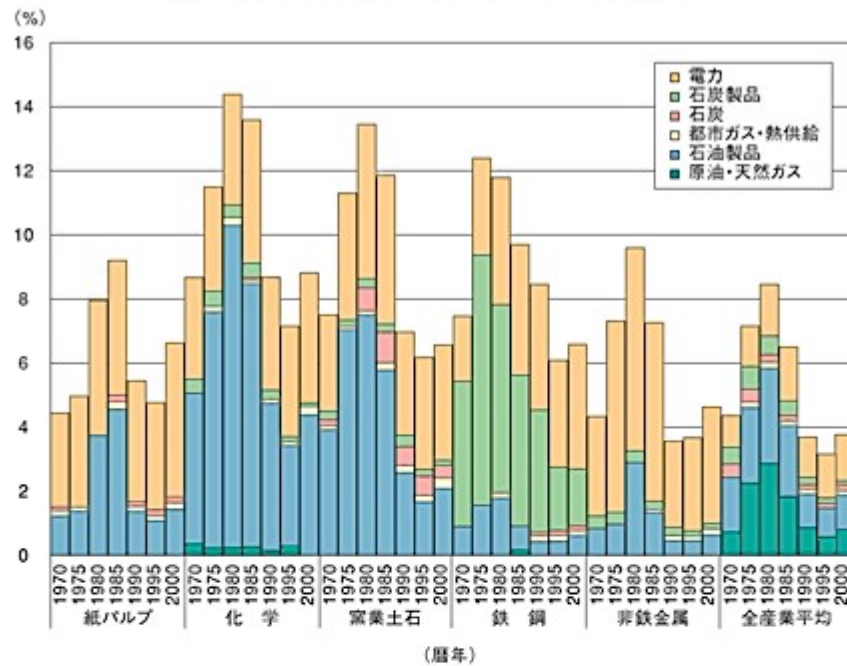
工業的な生産とは、エネルギー資源を使って製品を加工製造することです。

嗜好品や好みやブランド名によって製品価格が大きく異なる工業製品、あるいは未公開の新技术によってアドバンテージを持つような特殊な工業製品を別にすれば、工業製品の経済価値とは、製品の原材料価格と加工・製造過程で投入されたエネルギー量を反映していると考えられます。原材料価格は資源の希少性、物理・化学的な特性と同時に、原材料を得るために投入されたエネルギー量を反映しています。

つまり、工業製品の経済価値を決定する普遍的な要素の一つが原材料の収集から加工・製造過程で投入された基本エネルギー資源量＝石油消費量なのです。

各業種によって、製品の経済価値に含まれる投入エネルギー量の対価＝エネルギー・コストの割合には標準的な値があります。次に示す図は、総務省によってまとめられた『総費用に占めるエネルギー費用の推移』を示したグラフです。

総費用に占めるエネルギー費用の比率推移（製造業）



資料：総務省「接続産業連関表」各年版
(注) 電力には自家発電を含む

現在の工業生産の最も普遍的な基本エネルギー資源は石油です。工業生産におけるエネルギー・コストは石油換算の経済価値あるいは熱量ベースの石油消費量として評価するのが妥当でしょう。

3. 原子力発電

スリーマイル島原発、チェルノブイリ原発における重大事故の発生で一旦は斜陽に向かっていた原子力発電ですが、人為的 CO₂ 地球温暖化仮説の蔓延で再び電気エネルギー供給の中核に復権してきました。

ここでは、まず原子力発電の導入について、果たして CO₂ 温暖化対策として有効なのかどうかを検討しておきます。

3-1 原子力発電は CO₂ 排出量削減に有効か？

準軍事機密である原子力発電の運用実態を示す系統的なデータを部外者が入手することは殆ど不可能なため、原子力発電の実績に関する論文は当事者が恣意的なデータ処理をしたものしか存在しません。その結果、論文相互の科学的な整合性を欠いたものが見受けられますが、部外者には直接検証することが不可能です。ここでは、経済的な情報から原子力発電の性能の実態について推定を試みることにします。

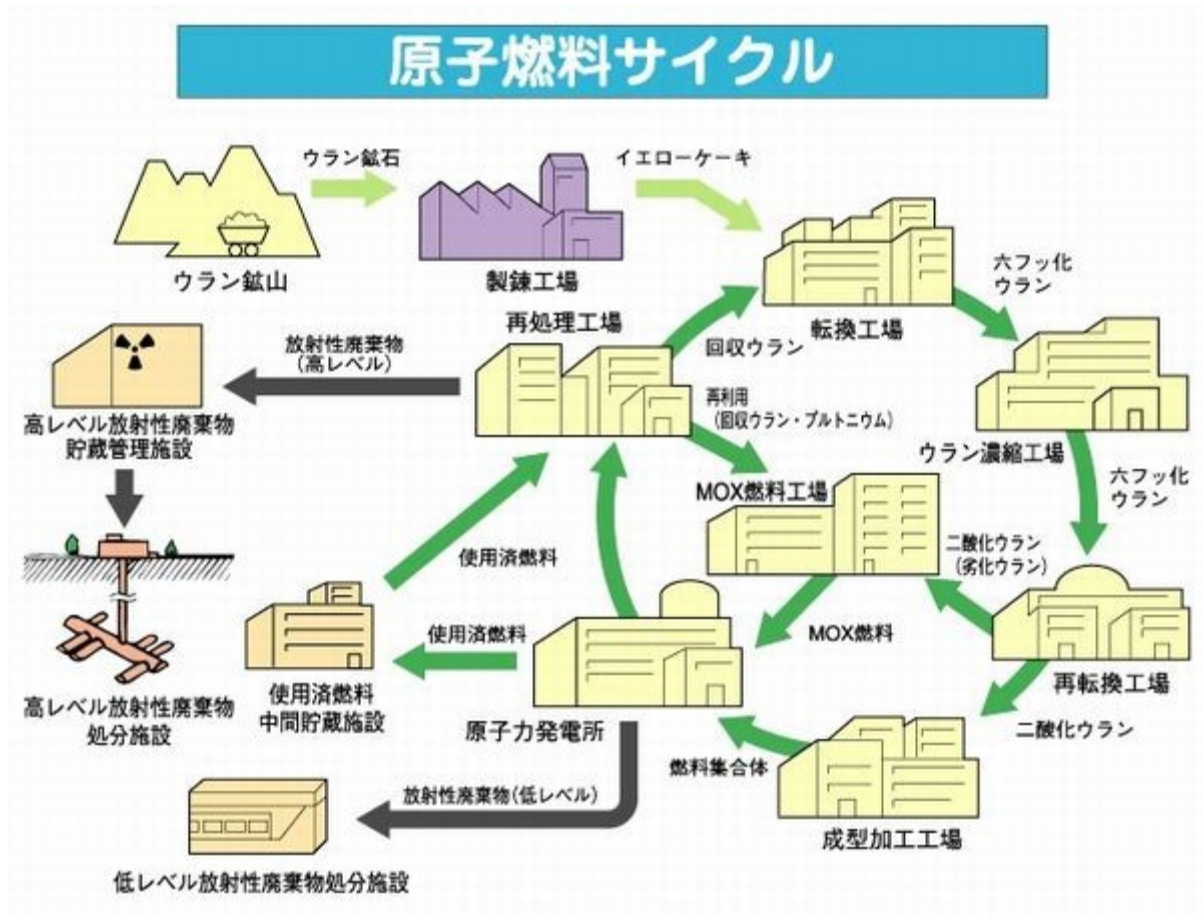
資源エネルギー庁などの国家機関によれば、原子力発電の発電原価は 5.9 円/kWh であるとか、高くても 10 円/kWh 以下であるとされてきましたが、これは全く実態とはかけ離れたものです。原子炉設置における公文書である『設置許可申請書』に記載された値を見ると、発電原価の申請値は kWh 当たり 10 円台なかばから 20 円程度になっています。これは原子炉設置者自身の申請値です。まず、このデータから原子力発電は経済的であるという『原子力神話』の一つは完全に崩壊しました。

この申請書の発電原価は原子力発電の石油利用効率を判断するにはまだ不完全なデータです。ここに示された発電原価は原子力発電所における発電コストだけを算定したものに過ぎないからです。

例えば、原子力に対して 2003 年 5 月 15 日に発表された電気事業連合会（電事連）の報告によりますと、40 年間の使用済み核燃料の国内再処理費用が約 16 兆円になるというものです。その内、約 7 兆円は電気料金に上乗せして徴収（電気料金の引き上げ）するようですが、残りの約 9 兆円については財源が未定とのことです。電事連としては、この約 9 兆円を電気事業へ新規参入する企業や国税からの拠出で賄いたいとしているようです。

つまり、原子炉設置許可申請書に記載された発電原価には少なくとも使用済み核燃料の再処理費用や高濃度核廃棄物処分の費用は含まれていないのです。

原子力発電を行うために必要な施設はこの他にも数多く存在し、莫大な国費が投入されています。原子力発電システムの本当の意味での社会的コスト、即ち本当のエネルギー産出比を算出するためには、ウラン鉱の精錬から原子力施設・高濃度核廃物などの処分までを含めた全ライフサイクルに関わるすべての施設に関するコストを積算しなければならないのです。



原子力発電を運用するには、上図に示すウラン精錬工場から下流の過程に必要なすべての施設の建設・運用・廃棄までに投入されるコストを算入してはじめて原子力発電の社会的コストが求められるのです。

これらの詳細なデータは『国家機密』なので現状では確認することが困難です。あくまでもこれは想像の域を出ないものですが、原子炉設置許可申請書に記載された原子力発電所単独の発電単価の少なくとも数倍の経費がかかると考えてもそれ程誤りではないでしょう。ここでは控え目に見て、原子力発電の発電原価を 50 円/kWh と仮定しておくことにします。

原子力発電システムからの最終製品である電力の原価の中には製造過程におけるエネルギー・コストが含まれています。原子力発電電力の原価に含まれるエネルギー・コストの割合を 20% と仮定すると、 $50 \text{ 円/kWh} \times 0.2 = 10 \text{ 円/kWh}$ になります。

これに対して、石油火力発電の燃料費を含めたエネルギー・コストは重油価格を 20 円/L と仮定した場合には 5.44 円/kWh（発電の熱効率を 0.4、火力発電のエネルギー産出比を 0.35 と仮定した場合の値。）程度です。つまり、原子力発電は石油火力発電に対して発電電力量 1 kWh 当たり約 2 倍の石油を消費しているのです（CO₂ 排出量も 2 倍）。

石油火力発電のエネルギー産出比は 0.35 程度なので、

$$(\text{原子力発電のエネルギー産出比}) = 0.35 \times (5.44/10) = 0.19 \ll 1.0$$

つまり、原子力発電は基本エネルギー資源の必要条件を満たしておらず、石油代替エネルギーにはなり得ません。それどころか、発電技術としてみても石油利用効率は石油火力発電の 0.35 よりも小さいため、単に石油を浪費する発電システムなのです。

以上の検討より、原子力発電は火力発電に対して経済的な優位性が存在しないだけでなく、石油を浪費していることがわかりました。『電力供給システム』として考える限り原子力発電システムの存在に何の合理性も存在しないのです。原子力発電の存在を許している唯一の合理的な理由は国の軍事政策による核関連技術の維持だけなのです。

3-2 電中研報告の検討

これに対して、公式な組織から公開されたレポートでは全く異なる結果を与えています。色々と引用されている権威あるレポートとして電中研報告を見ておくことにします。電中研報告（Y99009）『ライフサイクル CO₂ 排出量による発電技術の評価』からのグラフです。これは、発電量 1kWh 当たりの二酸化炭素排出量ですから、この比率は投入石油量と同じになるはずですが、

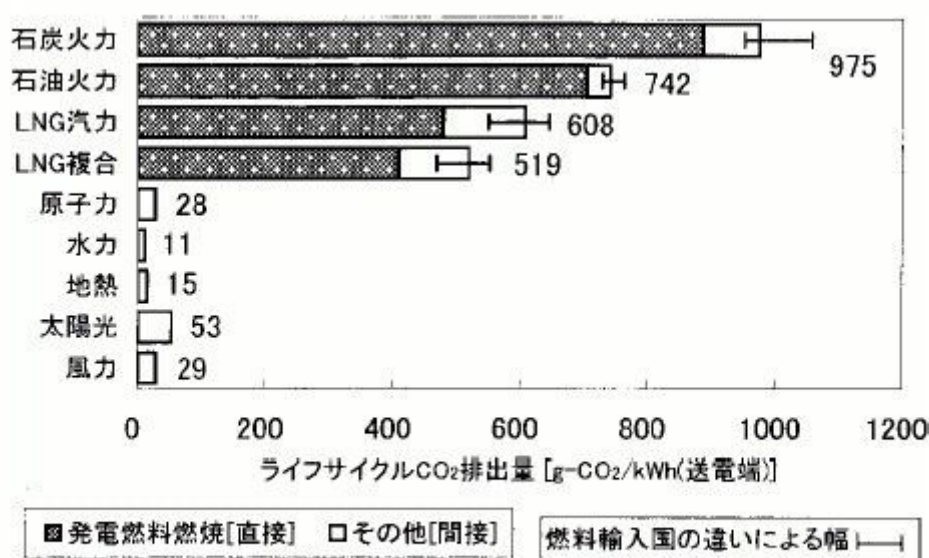


図3 発電技術のライフサイクル CO₂ 排出量

この結果を見ると、石油火力発電の CO₂ 排出量が 742g/kWh なのに対して、原子力発電は 28g/kWh になっています。まず、石油火力発電について簡単に検証しておきます。

発電用重油の主成分をオクタデカン $C_{18}H_{38}$ （分子量 254、比重 0.9）だと仮定します。 CO_2 の分子量は 44 より、発生する CO_2 のモル数は、 $742/44=16.7\text{mol/kWh}$ です。 $C_{18}H_{38}$ が 1 mol 完全燃焼した場合、発生する CO_2 は 18mol です。 CO_2 が 16.7mol 発生するために必要な $C_{18}H_{38}$ のモル数は、 $16.7/18=0.93\text{mol}$ です。 $C_{18}H_{38}$ （重油）0.93mol の重さは、 $0.93\times 254=236\text{ g}$ です。重油の比重は 0.9 なので、単位発電量あたりに投入される石油の量は、 $236/0.9=262\text{ml/kWh}=0.262\text{L/kWh}$ になります。前述の通り、重油価格 20 円/L とすると、1 kWh 当たりの石油エネルギー・コストは 5.24 円/kWh となり、比較的実態に近い値といえそうです。

次に原子力発電について同様に算定してみます。発生する CO_2 のモル数は、 $28/44=0.64\text{mol/kWh}$ です。 CO_2 が 0.64mol 発生するために必要な $C_{18}H_{38}$ のモル数は、 $0.64/18=0.036\text{mol}$ です。 $C_{18}H_{38}$ （重油）0.036mol の重さは、 $0.036\times 254=9.1\text{ g}$ です。重油の比重は 0.9 なので、単位発電量あたりに投入される石油の量は、 $9.1/0.9=10.1\text{ml/kWh}=0.010\text{L/kWh}$ になります。重油価格 20 円/L とすると、1 kWh 当たりの石油エネルギー・コストは 0.2 円/kWh となります。

まず、国の公式な原子力発電電力の原価である 5.9 円/kWh とした場合、電中研報告の値による原価に対するエネルギー・コストの割合は $0.2\div 5.9=0.03=3\%$ になります。

次に、原子炉設置許可申請書のデータから原価を 20 円/kWh とした場合は、 $0.2\div 20=0.01=1\%$ になります。

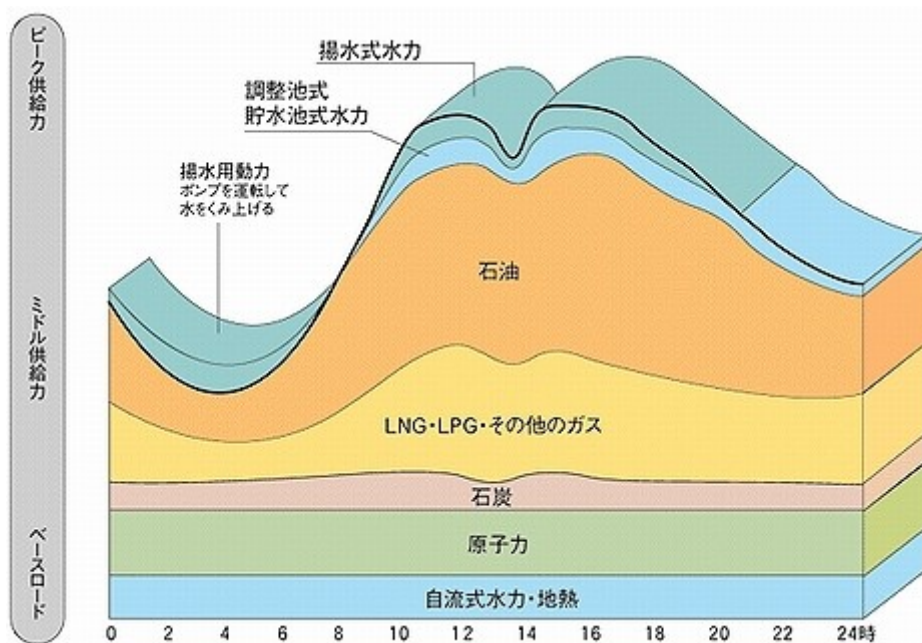
最後に、ここでの原子力発電電力の発電原価の控え目な推定値である 50 円/kWh とした場合は、 $0.2\div 50=0.004=0.4\%$ になります。

総務省『総費用に占めるエネルギー費用の推移』からみて、少なくとも現在の工業生産システムの中でもエネルギー消費が大きく高度な生産システムである原子力発電で作られた製品である電力の価格に占めるエネルギー・コストが 10%以下というのは到底考えられない非現実的な値です。

電中研報告 (Y99009) の原子力発電におけるライフサイクル CO_2 排出量は、NEDO による風力発電の EPT が 1 年間程度という虚言と同レベルのかなり恣意的なデータ操作によって生み出された値だと思われます。

3-3 電力需要に即応できない原子力発電

原子力発電には CO_2 排出量を削減するような能力がないことが明らかになりました。更に、原子力発電には電力供給技術として大きな欠点があります。



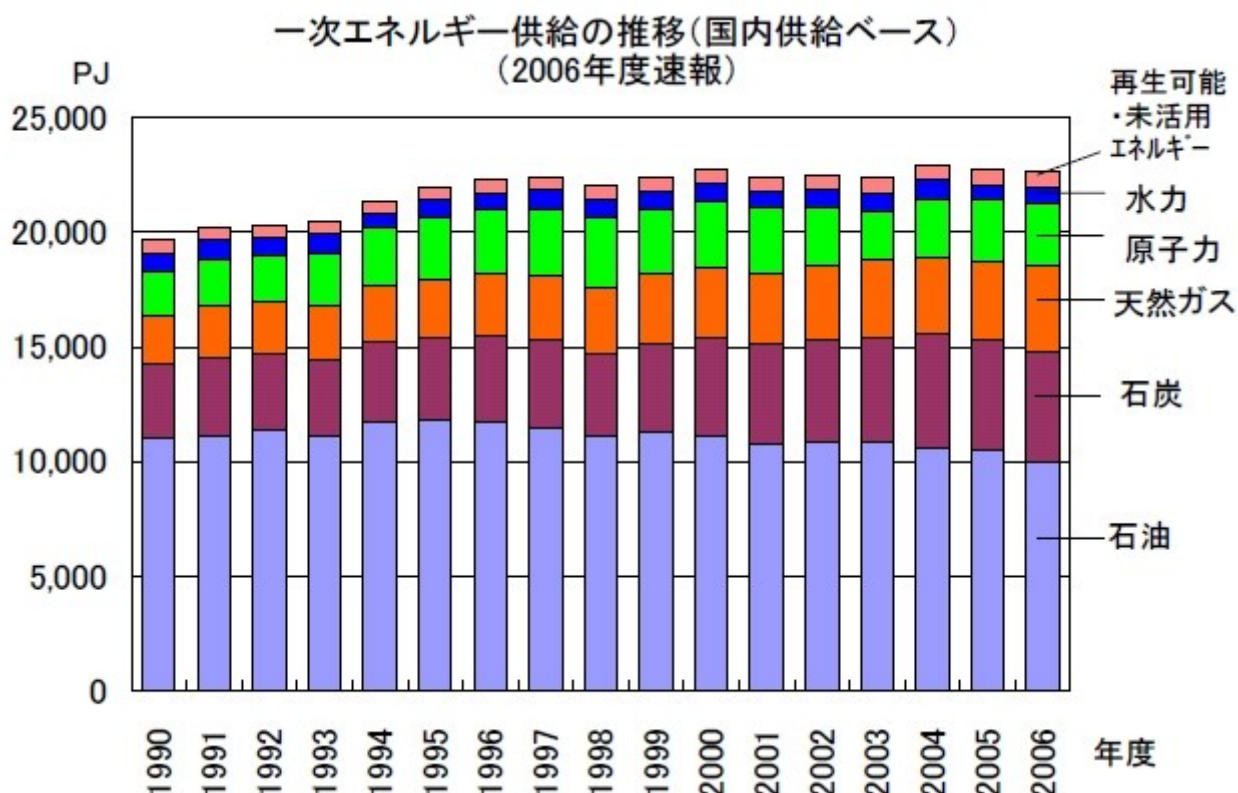
上図は発電方式別の電力供給割合の1日の変動を模式図に示したものです。電力会社は原子力発電はベースロードを確保するために一定出力で発電していると言います。しかし、その実態は原子力発電は発電出力をこまめに調整することの出来ない(核暴走の危険があって出力調整になじまない) 欠陥発電技術なので一定出力で運転することしか出来ないのです。

このような原子力発電の割合を高めようとするれば、付帯設備として電力需要の低くなる夜間の余剰電力の「捨て場」として揚水発電所を建設することが必要になり、揚水発電所を含めた原子力発電による電力供給システムのエネルギー・コストはますます大きくなるのです。この夜間余剰電力のエネルギー・コストを低く抑えるために考えられたのが夜間電力を利用した石油利用効率の低い電気温水器の普及による夜間電力需要の拡大なのです。しかし、これは既に述べたように社会全体のエネルギー利用効率を著しく低下させることを意味しています。

このように原子力発電は、電力需要に対する調整能力が低く、経済的にも非常に高価であり、エネルギー供給システムとして存続する意義は全く認められないのです。

国や原子力を推進しようという人たちは、それでも電力供給の数割を担っており、削減は困難だと言いますがそのようなことはありません。

一次エネルギーで見れば、原子力の占める割合は全体の1割程度に過ぎず、その気になりさえすればいつでも削減可能なのです。原子力発電及びその関連システムを早急にスクラップすれば、一次エネルギー需要は相当削減することが可能であり、京都議定書の達成目標はそれだけで達成できる可能性さえあるのです。



4. 太陽光発電

4-1 太陽光『発電』の本質的問題

太陽光は、最も根源的な『自然エネルギー』だと考えられます。太陽光は地球大気を暖める熱源であり、気象現象を引き起こす根源的なエネルギーです。大気の運動である風も太陽光によって温められた大気の対流運動と地球の自転運動によって生じています。また、大気運動によってもたらされる降水の位置エネルギーも本をたただせば太陽光によってもたらされると考えられます。

現在、新エネルギー政策によって導入されようとしている自然エネルギーの利用法は電力供給技術としての利用です。ここに致命的な欠陥があるのです。

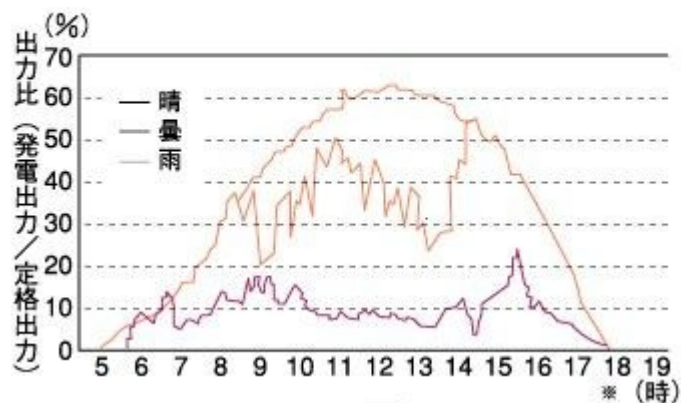
既に述べた通り電気エネルギーとは本質的に発電と同時に消費されるという特性があります。つまり、供給すべき発電量は電力需要に即応しなければならないのです。

これに対して、地表面に到達する太陽放射強度を含めて、自然エネルギーの強度は非定常で不規則に変動します。

●太陽光発電出力



太陽光発電の出力変動（夏季）



上図は、太陽光発電の出力変動の例を示しています。上の図は晴天日でも雲によって太陽が翳ると放射強度は急激に低下することを示しています。風力発電ほどではありませんが太陽光発電出力も短時間で激しく変動します。また、下の図に示すように、天候によって出力は大きく変動します。更に、太陽光発電は夜間に発電することは出来ません。

重要なことは、こうした太陽光発電出力は、予測不能で制御することが出来ないことです。太陽光発電技術について、太陽放射強度に対する電気への変換効率という視点からの議論はありますが、こうした不規則で制御不能な出力変動の問題があまりにも軽視されています。この非定常で制御不能な不規則変動をするという太陽光発電出力の問題こそが太陽光発電技術の本質的・致命的な欠陥なのです。

特に環境 NPO 諸君の発想は極めて非科学的かつ無責任です。風力発電に対しても同じことが言えるのですが、彼らの発想は『自然エネルギー＝環境に優しいのだから無条件に良い技術』という非科学的な発想に基づき、どのように経済コストがかかっても導入することは正しいのであって、供給電力の不安定性については既存電力供給システムの巨大電力供給ネットワークに系統連係することで、電力会社が解決すべき

だと主張しています。図らずも彼らの主張は、こうした太陽光発電や風力発電は小規模・分散型で、消費地で適切に自然エネルギーを利用するソフト・エネルギー・パスとは似ても似つかない、大規模で巨大な既存のエネルギー供給ネットワークの中で成立するハード・エネルギー・パスを構成する技術なのだという事を環境 NPO 諸君は自ら告白しているのです。

完全に電力需要に即応する運転が必要な大変デリケートな電力供給において、太陽光発電のような制御不能で発電量の予測の出来ない発電装置を大規模に電力供給システムに直接導入することは技術的に不可能です。

これまでの小規模な趣味的な利用の個人住宅用の太陽光発電、総発電量の 1%未満の殆ど無視できるほどの規模であれば、電力供給システム全体から見ればほとんどノイズ程度と見なすことが出来るため、供給電力の品質に致命的な影響を与えてはいません。

しかし、CO₂温暖化対策という国家事業としてこのような制御不能な不規則変動を示す太陽光発電システムを数%～数 10%などという規模で導入することになれば、重大な影響が発生することは明らかです。

このような状況から、太陽光発電の大規模導入に当たって、短期的な太陽光発電電力の時間変動の『平滑化』のために、個人住宅への 3kW 出力の太陽光発電システムの導入と同時に蓄電池の設置が検討されています。その費用は太陽光発電システムの導入費用 230 万円程度に対して、150 万円程度としています。これには大きな問題があります。

まず、個別住宅用の蓄電装置程度の蓄電池容量ではあくまでも太陽光発電出力の短期間の激しい変動をある程度『平滑化』することが限界であり、出力を制御できないという本質的な問題を解決するものではないのです。既に述べた通り、電力需要は短い方から 1 日周期の変動、1 週間周期の変動、1 年周期の変動があり、巨大な蓄電容量がない限り本質的な出力制御など不可能なのです。

更に、蓄電池寿命はそれ程長くなく、太陽光発電パネル～蓄電池システムの耐用年数は更に短くなるのです。仮に太陽光発電パネル耐用期間中に蓄電池を 1 回更新するとすれば、蓄電池に対する費用は 2 倍の 300 万円になるのです。

太陽光発電システムを電力需要の数 10%にまで増やした上で安定運用するためには個人住宅における蓄電装置の設置以外に、原子力発電同様に揚水発電所を併設して長期的な電力需要変動に対処することが不可欠になります。更に、それでも需要に対する欠損は穴埋めできないでしょうから、バックアップ用に調整能力の高い火力発電所を大幅に削減することはできないのです。しかも、バックアップ用の火力発電所は遊休期間が長くなり稼働率が低くなるため、発電効率は著しく低いものになります。

太陽光発電のような制御不能で不規則変動するシステムを、電力供給のような需要に即応するように完全な出力制御が必要なエネルギー供給システムに加えるためには、発電装置以外の出力調整用の設備が膨大なものになります。太陽光発電を導入するために必要な調整システムの導入費用と、既存火力発電システムの稼働率低下に伴う発電効率の低下による損失を加えることによって初めて、太陽光発電システム導入の社会的な費用の総額が決まり、太陽光発電システムの『実効』発電効率が評価できるのです。

4-2 太陽光発電能力

太陽光発電を電力供給の一端を担わせるような組織的な導入を考える場合には、太陽光発電装置単独の発電能力とは、太陽光発電による電力供給システムの一部を構成する技術に過ぎず、あくまでもバックアップシステムや供給電力の調整装置を含めた社会的なシステム全てを考慮して判断しなければなりません。

このことを理解した上で、太陽光発電装置そのものの性能あるいは将来的な展望について少し検討しておくことにします。

①太陽光発電の『定格』、あるいは最大発電能力

通常、定格という言葉は、定められた使用条件下において発揮される機能というほどの意味で用いられます。逆に言えば、使用条件を適切に設定した場合に保証される能力といっても良いでしょう。

ところが、太陽光発電や風力発電など、自然エネルギーを利用するシステムでは、利用するわれわれの側で自然エネルギーを制御できませんから、本来的な意味で定格を定めることは困難です。

このような不安定なシステムの性能を相対的に比較する尺度としてワットピーク (watt peak、 W_p と略記) というものが利用されています。これは、仮定の標準的な使用条件を定め、その条件下による性能を示すものです。太陽光発電の標準条件は、放射強度 $1,000\text{W/m}^2$ 、太陽光発電パネル温度 25°C 、エアマス 1.5 と定められています (エアマスとは大気厚の尺度で、赤道上海拔 0 メートルの南中時の値を AM1.0 とした場合の相対的な値)。

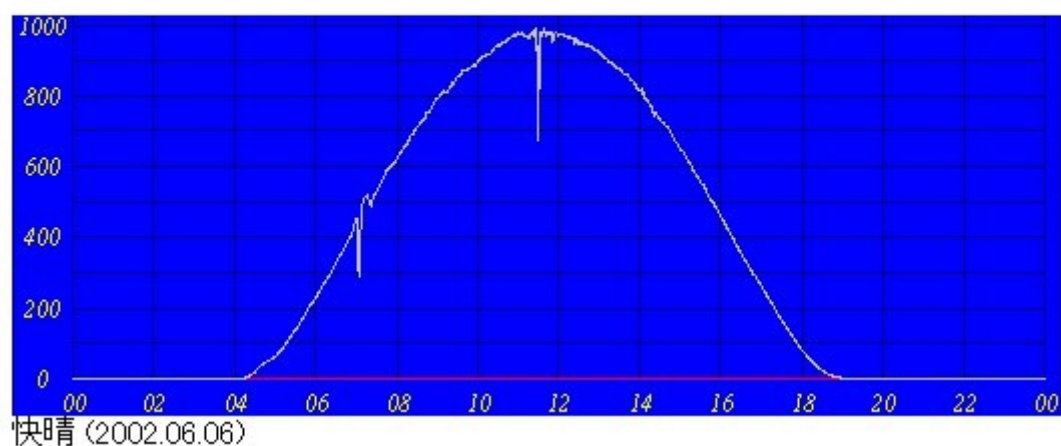
太陽光発電の放射エネルギーに対する電気への変換効率は標準条件下で 20% 程度、つまり $W_p=200\text{W/m}^2$ 程度です。

現在、最も普及していると考えられる住宅用の 3kW 太陽光発電装置について考えてみることにします。太陽光発電装置の種類 (単結晶シリコン、多結晶シリコン、ア

モルファス等) によって能力の違いがありますが、平均的にみてその有効受光面積は 30m²程度とします。この場合、メーカーが保証する『定格』発電能力は、実際の使用環境における最適条件下で 3kW 程度の出力が得られると解釈出来ます。

実際の日本における最適な条件とは南中高度の高い夏場の快晴日の正午前後の条件になります。夏の快晴日の地表面における全天日射強度の実測値を次の図に示しておきます。

全天日射(夏季)



この実測値から、夏場の南中時の日射強度は概ね 1,000W/m²であり、標準条件の放射強度とほぼ対応しています。日本の緯度における大気圏外の夏場の太陽放射強度は 1,300W/m²程度ですが、大気の影響による影響で地表面では 1,000W/m²程度に減衰しています (1,000/1,300=0.77=77%程度。)。

実際の発電量を見ると、メーカーの言う定格出力に対して 60～80%程度の値を示しているようです。ここでは多少甘い条件ですが、使用環境における夏場の南中時=1,000W/m²に対して、定格出力の発電が可能だと仮定しておきます。この条件で、太陽光発電パネルの単位面積当たりの最大発電能力を算定することにします。家庭用 3kW 太陽光発電パネルの有効受光面積を 30m²とすると以下の通りです。

$$3\text{kW}/30\text{m}^2=0.1\text{kW}/\text{m}^2=100\text{W}/\text{m}^2$$

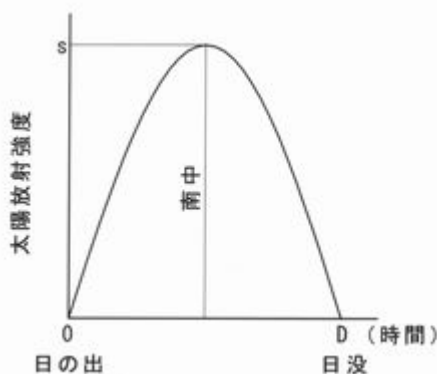
つまり、地表面における全天日射強度 1,000W/m²に対して、実際の使用環境における最大発電能力はその 10%の 100W/m²程度と言うことになります。これは、W_p=200W/m²の半分程度の発電効率です。

②太陽光発電の平均的な実効発電効率

前節では、太陽光発電装置の最大発電能力について見てきました。しかし、実際の屋外における使用環境では天候や気温の影響を受けるため、太陽光発電装置の最大発電能力はそれほど重要ではありません。最も重要なのは日本と言う場所における実際の屋外環境で運用された発電実績を検討することなのです。

日本における太陽光発電の平均的な発電実績は $100\text{kWh}/(\text{年}\cdot\text{m}^2) = 0.274\text{kWh}/(\text{日}\cdot\text{m}^2)$ 程度とされています。個別の実績によるデータからもこれは妥当な値だと思います（もし詳細なデータをお持ちの方がいればデータの提供をお願いいたします。）。

今、平均的な一日の太陽放射量を春・秋分日で代表させるものとします。春・秋分日の南中時の大気圏外における太陽放射強度は $1,100\text{W}/\text{m}^2$ 程度なので、この場合の地表面における全天日射強度を $s = 1,100 \times 0.77 = 847\text{W}/\text{m}^2$ と仮定します。日の出から日没までの時間を $D = 12$ 時間として、その間の分布をサイン曲線で表現できるものとします。



春・秋分日の地表面の単位面積あたりの受ける放射量は、時間軸とサイン曲線で囲まれた部分の面積になるので、次のように求められます。

$$847\text{W}/\text{m}^2 \times 2 \times 12 \text{ (h/日)} \div \pi = 6,471\text{Wh}/(\text{日}\cdot\text{m}^2) = 6.471\text{kWh}/(\text{日}\cdot\text{m}^2)$$

以上から、太陽光発電装置の全天日射強度に対する平均実効発電効率は、

$$0.274\text{kWh}/(\text{日}\cdot\text{m}^2) \div 6.471\text{kWh}/(\text{日}\cdot\text{m}^2) = 0.042 = 4.2\%$$

になります。

太陽光発電装置の発電能力が放射強度に比例すると仮定すると、発電効率は一定になるはずですが、①で示した通り最大発電能力については発電効率は 10% 程度なのに対して、年間の平均的な実効発電効率は 4.2% にまで低下します。日射強

度以外に発電能力は影響されないと仮定すると、この平均実効発電効率の低下の原因は天候による日射量の低下の影響だと考えられます。つまり、太陽光発電装置の発電効率を技術的にいかに高めたとしても、天候による 58% の低下は避けられないことを示しているのです。

4-3 太陽光発電効率の限界

太陽光発電を CO₂ 温暖化対策の中心的な技術の一つとする国や NEDO は、太陽光発電効率の改善のための技術開発を行い、発電効率 40% を目指すとしています。ここで言う発電効率は、勿論屋外環境における実際の運用における実効発電効率ではなく、標準条件下のワットピークであることに注意してください。

①において示した通り、現在の太陽光発電パネルのワットピークは $W_p = 200 \text{ W/m}^2$ 程度、発電効率では 20% 程度です。ところが、屋外環境における全天日射 $1,000 \text{ W/m}^2$ に対する実際の最高発電能力は 100 W/m^2 程度、発電効率は 10% 程度であることを紹介しました。これは、実際の個人住宅用の太陽光発電パネルが性能的に著しく低いものを利用しているからではありません。

ワットピークを定義する標準条件は、放射強度 $1,000 \text{ W/m}^2$ 、太陽光発電パネル温度 25°C 、エアマス 1.5 でした。しかし、実際の屋外環境の運用では、真夏の晴天日の南中時には太陽光発電パネルの温度は 60°C 以上になります。このワットピークの条件温度 25°C と実際の太陽光発電パネル温度 60°C の違いが大きな意味を持つのです。

まず熱学的に見て、ワットピークの理論的な上限を求めることにします。物体は、その表面温度によって電磁波を放射しています。物体からの電磁波の放射強度を黒体放射で近似できると仮定すると、絶対温度 T の物体表面からの放射強度 S はステファン・ボルツマンの法則から以下のように求めることができます。

$$S = \sigma T^4 = 5.67 \times 10^{-8} \times T^4 \text{ W/m}^2$$

($\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$: ステファン・ボルツマン定数)

太陽光発電パネルの表面温度を標準条件である $25^\circ\text{C} = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$ とした場合の表面からの赤外線放射強度は次のように求めることができます。

$$S = 5.67 \times 10^{-8} \times 298^4 \text{ W/m}^2 = 447 \text{ W/m}^2$$

標準条件下で $1,000 \text{ W/m}^2$ の放射を受ける表面温度 25°C の太陽光発電パネルは、その表面から 447 W/m^2 の赤外線を放射していることになります。つまり、エネルギー

保存則から、どのような技術開発を行ったとしても、受取る太陽放射強度 $1,000\text{W/m}^2$ の内、電気に変換できるのは $(W_p)_{\max} = (1,000 - 447) = 553\text{W/m}^2$ 未満になります。つまり、標準条件下における発電効率の理論的な上限は 55.3% になります。国や NEDO の目標とする 40% の発電効率を実現することはかなり難しい目標であろうと考えられます。

次に、実際の屋外環境における最大発電能力を考えることにします。屋外環境において真夏の南中時の全天日射強度を $1,000\text{W/m}^2$ 、太陽光発電パネルの表面温度を 60°C ($=333\text{K}$)、太陽光発電パネル表面における反射や塵による散乱を 10% 程度とします。この場合の発電量の理論的な上限値は次の式で求めることが出来ます。

$$1,000 \times (1.0 - 0.1) - 5.67 \times 10^{-8} \times 333^4 = 900 - 697 = 203\text{W/m}^2 \quad (\text{発電効率 } 20.3\%)$$

同様に表面温度が 65°C の場合には次のようになります。

$$1,000 \times (1.0 - 0.1) - 5.67 \times 10^{-8} \times 338^4 = 900 - 740 = 160\text{W/m}^2 \quad (\text{発電効率 } 16\%)$$

①で示した通り、屋外環境における運用において太陽光発電パネルの最大変換効率は既に 10% 程度に到達しています。今後どのように技術改良が行われたとしても、現在の太陽光発電能力が 2 倍になることはあり得ないのです。むしろ、発電効率は既に限界に近づいていると考えるのが妥当ではないでしょうか。

国や NEDO の標準条件下における発電効率の目標値 40% が実現できたとしても、屋外環境における実効発電効率が現在の 2 倍になることは無いのです。

以上に示した通り、②で示した気象条件による発電効率の低下 58% 、あるいは太陽光発電パネル表面温度による赤外線放射については、太陽光発電パネルの技術的な変換効率の改善とは無関係なのです。今後、太陽光発電パネルにどのような技術革新があったとしても、実効発電効率が飛躍的に改善されることは無いのです。

4-4 太陽光発電電力の原価

前節の検討で、太陽光発電の発電能力がどのようなものがある程度明らかになったと思います。まず、太陽光発電装置を実際に運用した場合の供給電力の原価を考えることにします。

太陽光発電について、国の公式な評価による発電原価を次の表に示します。

新エネルギーの現状(太陽光・風力)

	太 陽 光	風 力
(※) 発電コスト	[住宅用] ・ 平均値：66円/kWh [非住宅用] ・ 平均値：73円/kWh	[大規模] ・ 10～14円/kWh [中小規模] ・ 18～24円/kWh
(※※) 必要な敷地面積	100万kW級原子力発電所1基分を代替する場合	
	・ 約67km ² 山手線の内側面積 (約70km ²) とほぼ同じ	・ 約248km ² 山手線の内側面積 (約70km ²) の約3.5倍
(※※) 設備利用率	・ 12%	・ 20%

出典：総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会報告書(2001年6月)※
資源エネルギー庁「核燃料サイクルのエネルギー政策上の必要性」(2002年3月) 他※※

これによりますと、住宅用の小規模太陽光発電装置では 66 円/kWh、非住宅用の大規模太陽光発電装置では 73 円/kWh 程度とされています。

この数値を検証しておくことにします。日本国内の太陽光発電の平均的な実績として 100kWh/(年・m²) を仮定し、住宅用 3kW システムの有効受光面積を 30m²、耐用年数を 17 年、設置費用を 250 万円として試算することにします。

耐用期間内の総発電量は、

$$100\text{kWh}/(\text{年}\cdot\text{m}^2) \times 30\text{m}^2 \times 17 \text{ 年} = 51,000\text{kWh}$$

発電に関わる費用は設置費用だけとした場合、発電原価は次の通りです。

$$2,500,000 \text{ 円} \div 51,000\text{kWh} = 49 \text{ 円/kWh}$$

個人的に提供していただいた情報では、受光面積は 26m²程度と言うことですので、これを使って修正すると、57 円/kWh 程度と言うことになります。公式の評価 66 円/kWh は多少高目のようですが、まずまず妥当な評価のようです。ここでは、平均値をとって (66+49) /2=57.5 円/kWh として検討を進めることにします。

4-5 肥大化する工業生産システム

石油火力発電電力の発電原価は 8 円/kWh 程度です。

まず、電力原価の単純な比較で考えると、石油火力発電に比較して太陽光発電の電力原価は $57.5 \text{ 円/kWh} \div 8 \text{ 円/kWh} = 7.2$ 倍にもなります。この 7 倍以上に膨れ上がる電力原価の社会的負担の増加は、一体誰が負担することになるのでしょうか？この電力供給源の変化によって、消費者の受ける便益は変化しないにもかかわらず、その負担は環境税による大衆課税にしろ電力料金の値上げにしろ、結局は消費者自身が負担することになるのです。

石油火力発電と太陽光発電の原価構成には大きな違いがあります。石油火力発電の電力原価には、タービンを回すための燃料費と発電所建設の費用と運転費用が含まれています。燃料費は原価の 60% 程度、それ以外の 40% は発電所建設とその運転費用です。

燃料費以外の経費を発電施設建設及び、メンテナンス用の工業製品費用とすれば、火力発電所を運用するために必要な工業製品の費用と考えることが出来ます。これは、 $8 \text{ 円/kWh} \times 0.4 = 3.2 \text{ 円/kWh}$ になります。

一方、太陽光発電では、発電のためのエネルギー源は太陽光なので、発電原価はすべて太陽光発電装置と言う工業製品の費用です。ここでは、 57.5 円/kWh です。

つまり、太陽光発電では、単位発電電力当たり経済価値で石油火力発電の $57.5 \text{ 円/kWh} \div 3.2 \text{ 円/kWh} = 18$ 倍の工業製品を必要としていることになります。

勿論、石油火力発電所と太陽光発電装置では工業製品の質に違いはありますが、工業製品価格で 20 倍近くの開きがあることは、石油火力発電を太陽光発電で置き換えることによって社会システム全体におけるエネルギー供給分野の工業生産規模を飛躍的に大きくする必要があることを示唆しています。

ここでの検討では、太陽光発電装置だけについて検討しましたが、太陽光発電システムを電力供給システムとして組織的に導入する場合には、更に個別太陽光発電装置用の蓄電池と揚水発電所の建設も加算することによって、初めて社会的な負担が求められるのです。こうした出力調整用の付加的な設備も非常に大きく、これを加えた太陽光発電システムの組織的な導入によって、工業生産規模は更に大きくなるのです。揚水発電所の乱開発は里山の直接的な環境破壊にもつながる大きな問題を孕んでいます。

4-6 太陽光発電システムは石油浪費発電システム

太陽光発電のエネルギー・コストについての先駆的な研究として室田武によって次のように報告されています。

・・・（前略）太陽電池による太陽光発電のような技術について、設備の製造・維持に要する貨幣コストの概略は知られているから、そのデータを頼りにしてエネルギー

ー・コストを推定してみると、いちおう妥当と思われる耐用年数の仮定の下で、電力産出一単位当たりの石炭・石油エネルギー投入量は、太陽光発電の方が火力発電より、少なくとも三倍程度高い。

(室田武著『新版 原子力の経済学』日本評論社、1981.8)

前節で、火力発電の原価構成について、燃料費は原価の 60%程度、それ以外の 40%は発電所建設とその運転費用だとしました。石油火力発電の燃料費を含めたエネルギー・コストを算定します。石油火力発電所は工業的生産手段によって作られているので、燃料以外の経済コスト 40%の内には石油火力発電所と言う工業製品を作るためのエネルギー・コストを含んでいます。その割合を 20%だと仮定すると、燃料費を含めた総エネルギー・コストは次のように求められます。

$$8 \text{ 円/kWh} \times 0.6 + 8 \text{ 円/kWh} \times 0.4 \times 0.2 = 5.44 \text{ 円/kWh}$$

これに対して、太陽光発電装置製造費用の 20%を同じくエネルギー・コストだとすると、以下の通りです。

$$57.5 \text{ 円/kWh} \times 0.2 = 11.5 \text{ 円/kWh}$$

つまり、単位発電電力量当たり、太陽光発電は石油火力発電に対して $11.5 \text{ 円/kWh} \div 5.44 \text{ 円/kWh} = 2.1$ 倍の石油を消費しているのです。

太陽光発電パネルの主要材料であるシリコン結晶を製造する過程は莫大な電力を消費するため、エネルギー・コストの割合 20%はもう少し大きめの値を設定しても良いかもしれません。この数値は室田の検討した当時の太陽光発電装置製造プロセスの改善があるとして妥当な数値だと考えます。

以上を要約すると、石油火力発電における燃料を含めた石油消費の合計費用（エネルギー・コスト）を 1 単位とすると、石油火力発電を発電量の等しい太陽光発電装置で置き換えることは、石油火力発電所で消費される石油 1 単位を削減して、その代わりに太陽光発電装置製造工場で石油 2.1 単位を投入して、石油火力発電所の 18 倍の工業製品価格の太陽光発電装置を製造することなのです。つまり太陽光発電装置を導入することによって、石油消費量（=CO₂排出量）は 2.1 倍になり、工業生産規模は 18 倍になるのです。

次に、参考のために現在導入が検討されている個人住宅用蓄電装置と揚水発電所を併設した場合のエネルギー・コストを算定しておきます。ここでは、3kW 太陽光発電装置に併設される個人住宅用蓄電装置と揚水発電所の設置・建設費用を併せて 300 万

円だと仮定しておきます。この場合の太陽光発電電力の原価とエネルギー・コストは次の通りです。

$$(2,500,000 \text{ 円} + 3,000,000 \text{ 円}) \div 51,000 \text{ kWh} = 108 \text{ 円/kWh}$$

$$\therefore 108 \text{ 円/kWh} \times 0.2 = 21.6 \text{ 円/kWh}$$

この場合、単位発電電力量当たり、太陽光発電は石油火力発電に対して $21.6 \text{ 円/kWh} \div 5.44 \text{ 円/kWh} = 4$ 倍の石油を消費していることになります。

これは、仮に今後の技術改良によって太陽光発電装置の製造プロセスにおけるエネルギー・コストが半分になったとしても出力調整装置を含む太陽光発電システム全体のエネルギー・コストが石油火力発電のエネルギー・コストを下回ることがないことを示しています。

太陽光発電装置に限らず、制御不能な発電装置を完全に出力制御が求められる電力供給システムに組み込むために必要な蓄電装置製造や施設建設に関わるエネルギー・コストは、それだけで現在の石油火力発電システムのエネルギー・コストを上回ってしまうのです。つまり、どのような発電方式であっても制御不能な発電装置で石油火力発電を置き換えることには全く合理性はないのです。

太陽光に限らず制御不能な自然エネルギーを発電のエネルギー源に利用する場合の本質的な問題点は冒頭で述べた通り、それが制御不能だということであって、各発電技術の変換効率の改良は瑣末な問題に過ぎないのです。

太陽光発電や風力発電に対して、『コストは高いが石油消費量を削減できる』と考える発想は、現在の工業生産過程の仕組みに対する科学的・技術的な検討を怠った宗教的な信仰に過ぎないのです。高価な工業製品、ここでは太陽光発電電力は高度な工業製品であり、その製造設備である太陽光発電装置はエネルギーを大量に消費する工業生産過程の産物なのです。『高価な工業製品は大量のエネルギー消費によって成り立つ』と言うのが工業製品の本質的・普遍的な特性なのです。

4-7 太陽光発電電力高値買取の意味

これまで検討してきた結果から、石油火力発電システムの一部を太陽光発電によって代替することによって、電力供給部門向けの製造業の市場規模は少なくとも 20 倍以上に膨れ上がることになります。導入量を多くしていけば更に揚水発電所を数多く建設することが必要になり、公共土木事業が息を吹き返すことになるでしょう。

本来、工業生産に過度に依存した現在社会の環境問題を改善するためのはずの太陽光発電の組織的・大規模な導入によって現実には工業生産規模は爆発的に肥大化し、更に揚水発電所のダム建設によって里山の自然環境が直接的に破壊されることになるのです。太陽光発電の組織的な導入は環境破壊なのです。高価であるが故に、環境破壊的な発電方式であると言うのが太陽光発電システムの実態なのです。

つまり、『環境に良いが高価であるから普及しないので、公的資金の導入や消費者負担によって財政的な補助を行うことで太陽光発電を普及させる』と言う国家戦略そのものが根本的に間違っているのです。実際には企業技術者の多くは太陽光発電がなぜ高価であり、とても投入エネルギーを取り返すことは出来ないと承知しています。その意味でこれは太陽光発電メーカーによる国家あるいは世界規模の組織的な詐欺と言ってよいでしょう。あるいは、国の政策担当者は承知しているのかもしれませんが…。

太陽光発電の高値買取制度とは、電力会社をトンネルとしてこうした太陽光発電装置製造メーカーという詐欺集団に対して、受ける便益に対して極めて割高な電気料金を一般消費者からむしりにとって横流しする制度なのです。

確かに、この太陽光発電電力高値買取制度によって短期的には製造業の市場規模が大きくなり、一時的に経済を活性化させることになります。しかし、太陽光発電を大規模に導入すればするほど、石油消費量は多くなるにもかかわらず供給される電力量は減少します。投入エネルギーに対する利用可能エネルギーの少なさという本質的な問題が顕在化し、社会の必要とするエネルギー供給を賄うための社会的な（環境的、財政的）負担があまりにも大きくなり、社会・経済構造がこれに耐えられずに破綻することになります。

いわゆる公共事業のような、経済的に成り立たない事業あるいは不必要な事業を行うことによって経済を活性化することが可能なのは、経済システムのどこかに極めて収益性の良い部門があり、有り余る財貨を投入することが可能な場合、あるいは、投入財貨以上の実質的な経済成長が生じる場合です。

太陽光発電のような非効率なシステムの大規模導入を強制することによって、工業に依存する社会の本質的な基盤であるエネルギー供給部門が肥大化するとともに非常に収益性が悪くなります。これを維持するためには提供する便益以上の資金投入が恒常的に必要となり、太陽光発電システムを維持するためのコスト負担がすべての工業生産過程に波及し、ついには社会的に耐えられなくなることは当然です。エネルギー価格の高騰に端を発して、工業製品の限りない高騰と収入の減少、貧困な生活の中の高電気料金負担に国民は耐えられないのは当然です。

また、国は今回の高値買取は太陽光発電が一人立ちするまでの過渡的な措置と言っていますが、技術的に見て将来的にも本質的に非効率な太陽光発電システムが一人立ちすることがあり得ないことは既に述べた通りです。

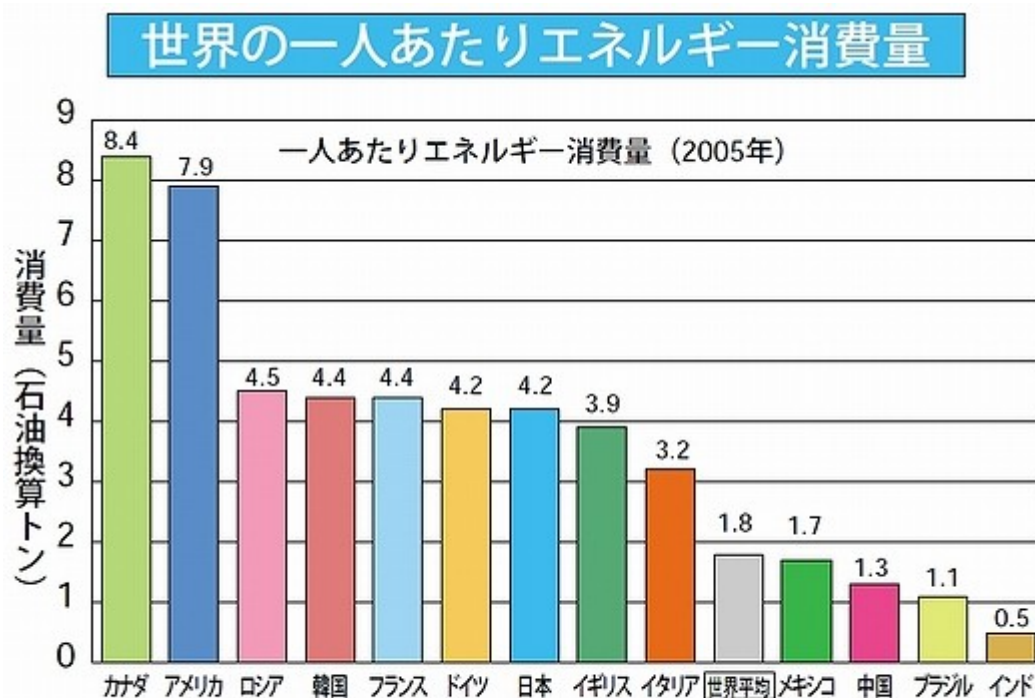
4-8 CO₂地球温暖化と太陽光発電

世界のすべての国が CO₂ 地球温暖化ないし太陽光発電の導入という共同幻想を持っている場合は良いのですが、あまり豊でない国にはこのような詐欺に付き合うような経済的な余裕はありません。そのような国では、経済的な石油・石炭によるエネルギー供給システムを使うことになります。そうなれば、日本や先進工業国の輸出産業はエネルギー価格の格差によって国際市場における競争力を失い壊滅的な打撃を受けることになります。

そうさせないために、日本を含む先進工業国グループは、なんとしてもこの共同幻想をすべての国に対して信じるように強制することが必要になります。その仕掛けが CO₂ 地球温暖化仮説であり、京都議定書の意味するところです。特にこの戦略を成就させるためには是が非でも中国を中心とする新興工業国の参加が不可欠なのです。

5. 結論

CO₂ 地球温暖化を防ぐために電力供給部門からの CO₂ 排出量を削減すると同時に、経済を活性化させ工業生産による豊かさを両立させると言うバラ色の謳い文句で登場した太陽光発電をはじめとする新エネルギー技術でしたが、残念ながらそのような夢の技術は存在しないのです。過度の工業生産への依存を強めたことの結果によってもたらされた環境問題を更なる工業化で克服しようと言う最初の発想に誤りがあるのです。



出典：ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2004-2005
ENERGY BALANCES OF NON-OECD COUNTRIES 2004-2005

少し考えてみてください。国や企業の言う環境に優しい技術による最新のハイテク機器をすべての人が使用すれば環境問題は解決するのでしょうか？世界中の人々がすべて『オール電化』のセキスイハイムやパナホームに住み、屋根には太陽光発電パネルを備え、家庭用燃料電池を設置して、車はプリウスかインサイトに乗ると石油消費量が減るのでしょうか？最新の省エネ製品が発売されたら次々に最高の省エネ製品に買い換えていけばよいのでしょうか？

問題の本質は、既に私たちを含めた『工業国の住民』の生活が工業生産に過度に依存していることであり、この問題を本質的に改善するためには工業生産に対する依存度を減らしていく以外に選択肢はないのです。

(2009/04/13)