

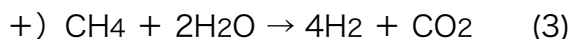
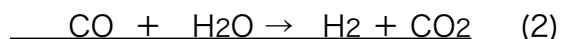
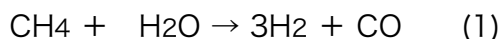
水素とバイオマスをめぐる誤解の数々

地球温暖化問題は、しばしば人類起源のCO₂排出が原因であるとされ、化石燃料、中でも特に石炭が悪者にされ、CO₂を排出しない(とされる)エネルギーがもてはやされる傾向にあります。例えば水素やバイオマスなど。しかし実は科学的によく見ると、ここにも誤解がたくさん潜んでいます。

まず水素。根本的な誤解の一つは、水素はエネルギー『源』ではないことです。エネルギーには大別して一次と二次があり、一次エネルギー(Primary Energy)とは、文字通りエネルギー『源』であるもので、現時点では人類が持っているものは大別して3種類しかありません。1) 化石燃料(石油・石炭・天然ガス、シェール系を含む)、2) 自然系(水力・風力・太陽光・地熱等の再生可能エネルギー)、3) 原子力、の3種類です。エネルギー統計を見ても、この3種類以外は載っていません。片や二次エネルギー(Secondary Energy)とは、一次エネルギーを加工して得られるエネルギーで、代表的なものは電力です。電力は自然界に資源としては存在せず、必ず何かのエネルギー源から発生させるものだからです。従って、エネルギー統計の一次エネルギー欄に「電力」が記載されることは決して起こりません。石油から作られるガソリン・軽油・重油等の各種石油製品や、天然ガス・石炭等から作られる都市ガスなども、二次エネルギーの一種です。別の言葉で言えば、一次エネルギーが『源』であるとすれば、二次エネルギーは『媒体』(運び屋)なのです。マスコミではこの区別がしばしばなされず、水素も燃料電池もCO₂を排出しないクリーンエネルギー『源』と呼ばれていますが、大きな間違いです。水素は二次エネルギーであり、燃料電池に至っては、水素を燃料とする発電装置に過ぎないのに、その区別さえできないマスコミ記事が多数見られます。

さて、水素は二次エネルギーで、必ず何かから作られるのですが、現状で水素を製造するプロセスは、大別して2種類、一つは天然ガス(中のメタン)の水蒸気改質、もう一つは水の電気分解です。コスト的には、水の電気分解は高くつくので、商業ベースで実用されている例はありません。原理的に考えても、発生した水素は燃料電池に使って電力を発生させるのですから、それならば最初から発生した電力をそのまま使う方が得であることは自明です。実際、水の電気分解(=水素の発生)と燃料電池による発電(=水素の消費)の各段階の実用的効率は60%程度なので、この2段階を経るとエネルギー効率は $0.6 \times 0.6 = 0.36$ 、つまり36%に落ちてしまいます。水素は貯蔵が利くことを利点に挙げる人もいますが、蓄えたら64%も電力が減る蓄電池を使う人が、どこにいるのでしょうか？しかし一方、東京五輪では、福島県で再生可能エネルギーから製造された水素を用いて発電し、選手村に電力を供給すると共に燃料電池バスを走らせる計画であるとされています(<https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2020/01/27/30.html>)。確かに、自然エネ→電力→水素→燃料電池→電力 の過程ではCO₂を排出しませんが、これが電力の無駄遣いであることは明白です。CO₂を排出しないことだけに注目して、本質的な欠陥を見落としています。

現在、最も安く水素を製造する方法は、天然ガス由来のメタン(CH₄)を水蒸気改質する方法です。化学反応式で書くと以下ようになります。



この反応式でお気づきと思いますが、メタンを改質する過程でCO₂が排出されます。この例に限らず、化石燃料(中の炭化水素H_nC_m)やバイオマスから水素を製造する場合、含まれる炭素はCO₂として排出されるのが通例です。炭素(C)―水素(H)結合を切断しないと水素(H₂)は作れず、それには強い酸化力で炭素(C)を何かにくっつけないといけないからです(その相手は通常、酸素(O)が一般的)。水素は燃やしてもCO₂を排出しないことがウリなのに、その製造過程で燃やしたのと同じだけCO₂を排出してしまうのです。これでは「低炭素社会」の構築には役立ちません。それで、発生したCO₂を回収・圧縮して海底や地中深くに埋めてしまうCCS(Carbon Capture and Storage)

を適用することになっていますが、現実には、火力発電所におけるCCSさえも実用されていません。CCSにはコストがかかり、エネルギーを消費するので、さらにCO₂排出が増えることになりま
す。本末転倒の極みでしょう。もともと、水蒸気改質による水素製造は、アンモニア製造などの化学原料を得るためのプロセスであり、エネルギー媒体の製造用ではない点が困難の元です。実際、
上記(1)式は吸熱反応で、1000°C近い高温で反応させるため、たくさんの熱エネルギーが必要で、
製造される水素の保有エネルギーの約半分は、製造時に消費されています(その分CO₂を排出)。

歴史的には、わが国の水素エネルギー開発は、1970年代の石油危機以来、40年以上かけて進めら
れており、製造プロセス自体は、開発され尽くした観があります。水を原料とするプロセスも、電
気分解以外に、太陽光による光分解、微生物分解、高温による熱分解など様々な方法が試されまし
たが、反応速度や効率の面で実用化されたものはありません。太陽光による光分解は、人工光合成
の第一段階ですが、同じ太陽光から電力を得るのなら、太陽光→水素→燃料電池→電力のルートよ
りも、より直接的に太陽電池を用いて太陽光→電力で得る方が格段に効率的なことは明らかです
(太陽電池の発電効率は実用規模ですでに約15%、片や太陽光による水素製造効率は1%以下)。

残る方法は、高温ガス炉と言う原子炉の一種を用いて、高温で水を分解させる方法ですが、高温
ガス炉は軽水炉より高つくので電力会社は乗り気ではありません。しかも、製造した水素はや
り燃料電池に送って発電に使うのですから、それならば最初から原子力発電の方が効率的です。

以上、どこから考えても、エネルギー媒体として水素を使うメリットは見当たりません。「水素
社会」とは、二次エネルギーとして電力ではなく水素を用いる社会のことですが、そんな社会は
決してやって来ないと断言できます。電力の方が、圧倒的に優れた二次エネルギーだからです。日
本政府もマスコミも、いつまで「CO₂を排出しない水素」にしがみつくのでしょうか・・・?この他
にも、水素には貯蔵・輸送に関わる種々の問題点が指摘できるのですが、長くなるのでこの辺で。

もう一つ、バイオマス(生物資源)にも大きな誤解があります。木材や草などのバイオマスは大気
中CO₂を原料とする光合成で作られるので、これを燃やしてもCO₂の起源が大気なので大気中CO₂
量は正味で増えません。これを「カーボンニュートラル」と呼びます。「カーボンニュートラル」
の性質があるので、バイオマスは環境に優しいエコな素材だとされているわけです。しかし、これ
が成立するのは、自然状態で生えている木や草を刈って燃やす場合などに限られます(昔々、お爺さん
が山で芝刈りに・・・の世界)。チェーンソーで伐り、トラクターで運び、工場加工して燃料を作
ると、油や電気など外部エネルギーを使ってしまいます。トウモロコシや藻類などを栽培する場
合は、肥料・農薬・農業機械などたくさん使うので、投入エネルギーがさらに大きくなり、カーボン
ニュートラルは成り立たなくなるのです。まして、バイオエタノールの場合には、発酵で作られた
エタノール濃度が20%以下なので、これを95%以上に濃縮するため蒸留操作が必要で、投入エネ
ルギーはもっと大きくなります。米国・ブラジル等で作られているバイオ燃料類は、主に農産物の
値崩れを防ぐための農業政策の一環として行われているのであって、エネルギー供給が主目的で
はないのです。この点を見落として、バイオマスはカーボンニュートラルだからと飛びつくのは、全
くの短見でしょう。「正味でCO₂を排出しない」ことだけに完全に目がくらんでいます。

私が以前に調べて計算した結果では、日本の農産物のほとんどは、生産段階で投入されているエ
ネルギーの方が、収穫された作物の保有しているエネルギーより大きいのです。米や麦のようなエ
ネルギー源の作物でさえ、そうなのです。温室栽培のメロンやイチゴなどは、投入エネルギーの塊
と言って良いくらいです。高価なわけですから、国産の米や麦は、輸入化石燃料で作られ、卵
や牛乳や肉類も、主に輸入飼料で生産されているのであり、国内のカロリーベースでの自給率は平成
30年度で37%などとされていますが、実質的に「純国産」のものなど、ほとんどないでしょう。

最近話題になったレジ袋の有料化でも、バイオ素材が25%以上含まれていれば有料化の対象か
ら外すとなっていますが、75%が非バイオの素材が環境にばらまかれたら、良いことがないのは誰

にでも分かるはずですが。そもそも、バイオマスプラスチックだって、自然界での分解にはそれなりの時間がかかり、可塑剤その他の化学合成物質も含まれているので、無造作にポイ捨てしても安心とは限りません。プラ製品は、ポイ捨てせずキッチンと処理処分する、これしか手はありません。

また最近、固定価格買取(FIT)制度の適用対象として、バイオマス発電が脚光を浴びていますが、この方式はエネルギー効率的にはかなり損な方法です。なぜならバイオマス発電の原資は元を辿れば太陽光なので、同じ面積当りで太陽光から得られるエネルギーを比較すれば、太陽光発電の方が断然優れているからです。具体的には、日本の人工林の連年成長量は11.1 m³/ha/年 程度、木材の比重0.6、発熱量3400 kcal/kg、発電効率30%として、1m²当りに得られるエネルギーは0.789 kWh/m²/年 程度となります。一方、実用されている太陽電池のエネルギー生産密度は、約158 kWh/m²/年 程度とされています。両者の差は約200倍にも上ります。なぜこんなに差ができるかと言えば、バイオマスの生産(=光合成)の効率が年間平均では1%程度しかなく、その上に発電効率がかかるからです。バイオマス発電は、あくまでも林産工場での廃棄物処理などと共に進めるべき事業であって、エネルギー供給手段として考えると、日本の森林はたちまち丸裸、それでも足りずに海外資源を奪って輸入しなくてはなりません。木質燃料は「カーボンニュートラル」であるという理由で、CO₂排出量を減らす目的で石炭火力発電に木質燃料を混入させることも行われていますが、これも全くの本末転倒、愚かの極みと言うべき所行です。石炭より高価な木質燃料でコスト的に損な上に、発熱量も下げているわけですから。最近のGo Toキャンペーンに限らず、以前からのエネルギー基本政策においても、日本政府の迷走状態は続いていると言わざるを得ません。きちんとした科学的知見に基づく、論理的思考に支えられた政策立案こそが必要なのですが。

水素=脱CO₂=エコ、バイオマス=カーボンニュートラル=エコを念仏のごとく唱える人たちが、マスコミその他であとを絶たないことは、誠に嘆かわしい事態であると思います。以上、述べてきたことがらは全て、物事の本質を見極めずに、表面だけを眺めるために起こっている誤解だと思っています。もっと「よく見て、よく考える」ことが必要です。 文責：副理事長 松田 智