

触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

“「可能」と「実現できる」は別” に賛同
(鈴木俊光先生著 No. 154)

中條哲夫

はじめに

触媒懇談会ニュース No.154 で鈴木俊光先生の「カーボンニュートラル、水素社会」雑感を拝読した。全く同感である。先生のエネルギーからの表現と今回の炭酸ガス排出量からの表記と併記しながら現在の取り組みに疑問を持つ理由を書いた。

1. 二酸化炭素の資源化

以前、小生も No.145 「炭酸ガスを化学原料にするには」で問題点を指摘した。先生は CCS に対しては現実的には 2 次災害が払拭されず見送られている事を踏まえ、CCUR として下記の火力発電所から出る炭酸ガス利用に関して考察された。

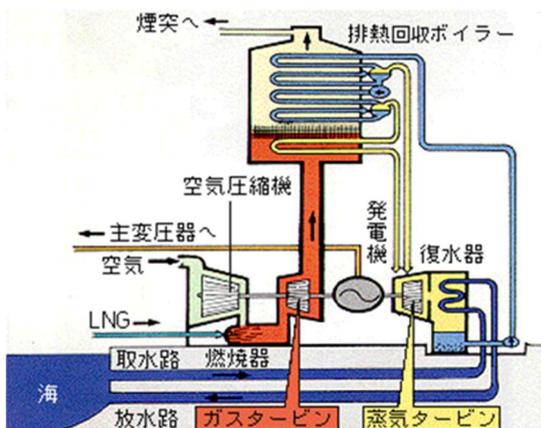


図1 コンバインドサイクル発電(火力発電)
電気事業連合会 より

詳細な検討内容は原文を参照されるとしてエネルギーの収支を整理してみた。

前段で①CO₂や H₂O はエネルギー放出した姿であるから元に戻すにはこれ以上のエネルギーが必要。②CO₂回収にはそれなりのコストが伴う。と触れている。

発生した炭酸ガスを水の電気分解で得た水素で還元しメタンに戻すことは「可能」であるが、エネルギーで見ると得るものより出すものが 2.5 倍必要との結果である。

100Mw の出力(エネルギー効率60%)
メタン 装入量 15480 m³/h
CO₂ 発生量 15480 m³/h
次に水の電気分解(4 kWh/m³-H₂と仮定)
CO₂ + 4H₂ → CH₄ + 2H₂O
必要H₂は4H₂ 61920 m³/h
⇒必要な電気エネルギー 247Mw
100 MWh の発電で生じたCO₂を固定化し、燃料のメタンに戻すと、回収エネルギーを考慮しなくても、2.5 倍の電力を消費することになる。

先生は、「これが二酸化炭素排出ゼロの社会の図である。」と指摘されている。

先生も前段でエネルギー放出した炭酸ガスを有用にするには多大のエネルギーが必要と。同じ内容を熱力学的に表現すれば以下の通りである。

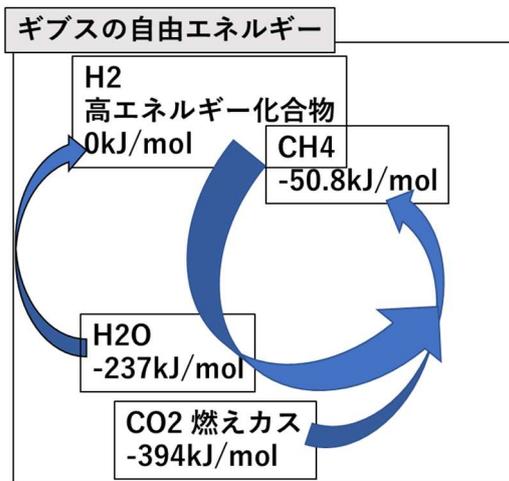


図2 ギブスの自由エネルギー

確かに水分子を2つ出せば炭酸ガスとの反応もギブスの自由エネルギーが負になり反応は進行する。ただ貴重な水素を水にするのでは合理性はない。

石油化学の例を考えた。酸化反応プラントがあり CO₂ 除去系から高濃度 CO₂ が得られる。一方でナフサ分解炉から水素が副生される。CO₂ 削減と CH₄ 製造の目的でメタン化は、あり得るか？否である。燃料としてなら水素としてそのまま使用の方が得になる。最も水添反応に通常は使うが。メタン化は水になるだけ損である。

CH₄ 燃焼熱 890kJ/mol
 H₂ 燃焼熱 286kJ/mol
 炭酸ガスを水素還元してメタンにすると4倍の水素を消費する。
やはりCO₂+4H₂は馬鹿げている。

前報 NO.145 で報告したが、CRI の炭酸ガスからのメタノール合成(5000t/y)のパイロットプラントはスケールアップで苦戦しているとの報告を見た。反応器周りだけでなく、地熱発電をベースに水の電気分解でも。特に電気分解のスケールアップは三次元的なものは有り得ず電極間距離を保ち電

極面積で稼ぐか層内の電極数を増やすかしく通常スケールメリットは出にくい。



図3 CRI CO₂ からメタノール製造
 CRI: Carbon Recycling International

結局、「電力が非化石資源から得られるならそのまま有効利用が最善」(鈴木先生)

2. Climate Justice (気候正義)

何故、不合理な面もあるカーボンニュートラルを急ぐのだろうか？

あるオンライン講演会で上記を知った。「先進国で化石資源を大量消費しそれによって引き起こした気候変動に責任を果たし全ての人、生態系の尊さを重視した取り組みを行う」と言う考え方。」

また、講演の中で「億年で蓄積した化石資源を産業革命以来数百年で使い切る。」事は許されないと背景がある。

正論ではあるが、拙速な取り組みは弊害が多い。時間軸が重要である。と思う。

人類が10億人の時代から78億人とも言われる現在、再生可能エネルギーを主軸に人類みな等しくエネルギー不足にならずにすむのだろうか？拙速な温暖化ガス排出ゼロ(主として自然エネルギーである再エネ主体)は、むしろ貧困で苦しむ人々を更に悲しませる結果になると思えてならない。

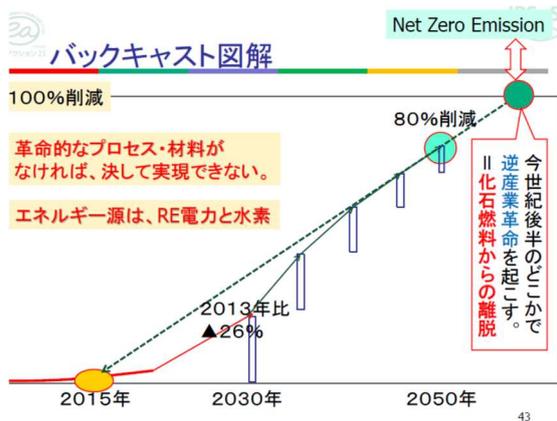


図4 安井至先生の講演会より
(安井先生のインターネット公開資料から)
[安井先生の講演の趣旨は、パリ協定の中身、気候正義という考え方、日本人の特性(欠点)など十分知るべしとの事で、資料を見ると現実的な判断をされている。]

3. 日本における再エネの厳しさ

欧州では既に生成可能エネルギーで〇〇%も賅っているとよく聞く。しかしご存じの通り日本では再生可能エネルギーの適地が乏しいのが現実である。その為、エネルギー価格差が%レベルではなく、何倍高いとの報告が多い。(例えば風力発電: 日本 113 \$/Mwh 英国 42 \$/Mwh)

これでは製造業は国内不成立だし海外移転、雇用も喪失、現場の技術は衰退し、万が一、復元が必要になっても至難の業だ。

日本の再エネ課題は4点;

- (1) FITに見られる国民負担は大きい。更に、太陽光発電は今や先進国でも面積当たり設置台数がトップになっている。一方で災害の危険からメガソーラ設置に制限する条例が多数の地域で成立している。
- (2) 再エネの設置場所の適地乏しい。急斜面の山、遠浅が稀な海岸。台風が頻発し、風力発電の適地は南端と北端にある。など

(3) その為、消費地まで系統電源ケーブルなど莫大なインフラ投資が必要。蓄電池ではコストパフォーマンスが合わない。

(4) 太陽光発電が急速に広がっているが、季節天候依存で不足分は火力発電が必須。主力電源になり得ない。

最近、風力発電の話題が見受けられるが、色々課題が多いように見える。本質的な出力と風力の関係が目標の様には制御が出来ていない。稼働率が中々上がらない。など福島県沖でのデータは示している。

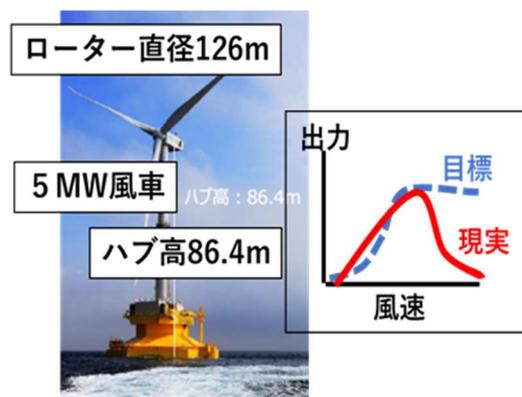


図5 浮体式風力発電とパフォーマンス

4. 電気自動車

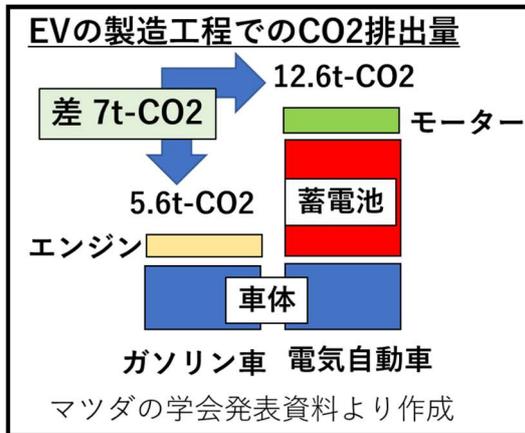
鈴木先生は効率を求めて電気自動車も解析している。結論は以下の通り。

電気自動車EVのエネルギー効率	
EV	0.552km/MJ
ガソリン車	0.45km/MJ
	(15km/L)
HV	0.66km/MJ
	(22km/L)

これに燃費を変えたデータを添えると
軽自動車(20km/L) 0.6km/MJ
最新 HV(>40km/L)1.2km/MJ
となり EVより効率的になる。

ところで CO₂ 排出量の観点から見ても

EV の不合理が分かる。日経新聞 2021 年 4 月 11 日朝刊に記載の記事から作成した。



日経新聞2021年4月11日

図6 製造工程での炭酸ガス排出量

蓄電池の製造時に大量のCO₂が発生しライフサイクルで評価するとガソリン車より炭酸ガスを削減するのは無理だとわかる。蓄電池の寿命に限界がある為である。

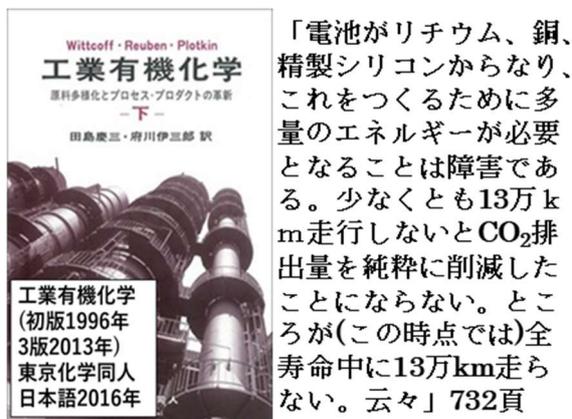


図7 「工業有機化学」から

これは色々な本で記載されているが、工業有機化学(下巻)にも明確に書いてあるのを見てその妥当性に確信を得た。

最近(日経新聞9月26日)、IEA 国際エネルギー機関が電気自動車の優位性を主張している。中身を見ると Thank to Wheel で、Well to Wheel ではない。その理由は自

動車業界の排出する責任範囲を明確にして二重課税しないためとの記載。現実的な炭酸ガス排出とは無関係であった。



図8 LCA の評価の違い

製造工程込みの LCA でなくてもどんな電源を使うかでも EV は問題をはらんでいる。例えば、路上で見かける EV 充電装置は再エネ由来には見えない。また、再エネ水素ステーションの補助金(環境省)に関して契約違反が大多数であると会計検査院に指摘され環境省の事業そのものが廃止になった。再エネ水素は福島など生産地から搬送を想定していたのだろうか？

テスラーなど極端な例ではあるが、電気自動車が家庭用電源(0.623g-CO₂/Wh 電力会社平均)で計算すると電気自動車も軽自動車並みに炭酸ガスを排出している。



テスラモデルXの電費

224wh/km
家庭用電源 140g-CO₂/km
生エネ電源 11g-CO₂/km

ガソリン車 (2.3g-CO₂/L)

燃費(軽自動車)
20km/L-ガソリン 116g-CO₂/km
燃費(最新プリウス HV)
40km /L-ガソリン 57g-CO₂/km

以上、電気自動車が救世主であるかのよう
に新聞記事をにぎわしているが、鈴木先
生のご指摘のエネルギー効率の面でも、
CO₂削減の観点でも問題だらけである。

敢えて電池に関して言わせていただくと、
元々は緊急避難時の電源、キャンプや登山
での移動電源のはず。それが補助から主役
にすり替わる。更にリチウムの電子出し入
れでの高密度エネルギーであるが発火と隣
り合わせ。技術は進歩するが、電池開発はビ
ジネスとしては戦場であっても、本来のカ
ーボンニュートラルには貢献が薄い。喫緊
の主要課題なのかと疑問を持つ。

5. 異常気象

鈴木先生は結論の部分で①過去にも何度
も CO₂の多い時期があった。②大気中の二
酸化炭素濃度と地表温度のリニアな相関
があるのかと疑問を呈している。

小生も最近の「異常気象は地球温暖化に
よる」と短絡的に報道されるたびにもう少
し慎重に解析すべきではないかと思う。

渡部雅浩先生の「絵でわかる地球温暖化」
講談社(2018年)には第7章に「地球温暖化
で異常気象が増えるか？」がある。詳細は原
文に任せるにして、「異常気象は確率分布で
測り」気温や降水量等の例示がある。ある期
間(100年とか)での各々の数値がどんな分
布で変化するか？正規分布のままであれば
中々因果関係とは言えない。著者は「因果関
係があると言う問いに簡単に Yes と答えら
れない」と記載されている。(158頁)

最近出版された川瀬宏明著「極端豪雨
はなぜ毎年のように発生するのか？」

DOJIN 選書(2021年8月)41頁に“少なく
とも近年発生した豪雨の主要因は地球温暖

化ではないと断言できる。”とある。

今田由紀子博士はイベント・アトリビュ
ーションの計算手法で関連性を公表してい
るが、これに対しては。川瀬浩明博士は計算
手法の精度にまだ課題があると記載してい
た。

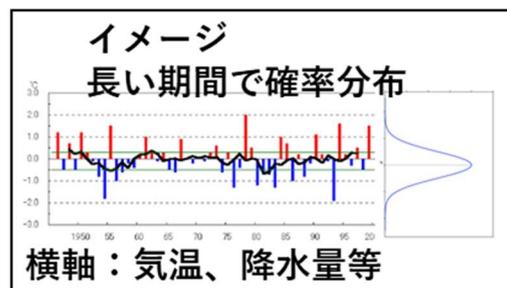


図9 異常気象を解析する手法のイメージ

地球温暖化を説明することは出来ない
が、一部の異常気象は、都市部のヒートア
일랜드も絡んでいるように思える。これ
も高い人口密集の都市化が進んだことで人
工排熱や路面の舗装など緑地の減少も原因
だろう。局所での集中豪雨の強度は増して
いる。(三上岳彦著「都市型集中豪雨はなぜ
起こる？技術評論社(2008年)」)

更には、コンクリートに使う砂は海岸か
ら採掘するそうで、世界各地での多くの自
然が破壊されている。(石弘之著「砂戦争」
角川新書(2020年))

森林破壊も人口増加で耕地化が進んだ為
と言う。森林火災(山火事)は日本でも 1000
件以上/年あるそうだが、自然発火ではなく、
人為的な火の不始末だそう(日経新聞
2021年8月9日)。自然破壊は異常気象に
拍車をかけているように思える。

6. 「可能」と「実行できる」は別

鈴木先生は「おわりに」で敢えて「炭酸ガ

スの回収・再利用の概念的にエネルギーの無駄」と分かっているが「可能」だけど「実行可能か」と一例を挙げた。とある。

諸手を挙げて賛成である。今回は、

(1) 炭酸ガスの電解水素でのメタン化は、エネルギー効率からも水素の価値からも無駄と分かる。

(2) 大義名分としての気候正義を振りかざし、拙速なカーボンニュートラル推進は、少なくとも日本の製造業を破壊する。

(3) カーボンニュートラルのエネルギー源は再エネ。日本には適地なく劣勢。

(4) 電気自動車は LCA から見れば、炭酸ガスの排出量はガソリン車並み以上。効率も良くない。おかしい流れである。

(5) 異常気象は温暖化のせいとは明確になっていない。(むしろ自然破壊の進行で?)

(6) 「可能」と「実行できる」はわきまえて研究開発にあたるべき。予算獲得の為なら、流行りの研究をするというのは本末転倒。折角の人生、無駄になる。歴史的に暗黒の時代と言われないように。

(日付) 2021年9月15日