

「熱測定とエネルギー」雑談(II)

益子 洋一郎\*

1. 化石燃料はもやしてはいけない。化学工業や食糧の原料にすべきである。
2. 航空機、自動車はガソリンを使ってはいけない。水素を燃料とすべきである。
3. 発電はいつまでもタービンに頼ってはいけない。電子状態の転移機構を利用すべきである。
4. 原子力発電所は僻地につくってはいけない。大都市、工場地帯に建設すべきである。

以上 (I)

今年の夏はことさらに暑く、筆者も体調を崩し気味であった。亡母のため10数年前購入した冷房機が、稼働率は小さいのに昨年とうとう故障したが、もう部品がないとかで修理ができず、本年は早々に水の蒸発熱を利用した簡易冷房機を購めたが、盛夏には扇風機の気まじなので来年はどうしようかと考えている。東京もビル建設やミニ開発の過密状態のために住宅地の緑もへって風通しもわるくなり、夕風に吹かれて浴衣で散歩する以前の風情もなくなって、阪神の夕凧と全く同様となった上、各マイホームからの冷房排熱で息苦しくさえある。

8月末から隔年のIUPAC会議に出かけ、スイスの涼しい気候で元気回復、どうやら第4号に駆け込みの原稿持参である。以下前号につづいて筆をとる。

5. 水素の資源と製造法

表2は本年9月15日から開催された第7回世界化学会会長会議に出席の湯川日化会長の提出資料の題目だけを写したものである。工業技術院のサンシャイン計画も含まれておいていずれも重要なものであるが、後半の基礎化学的研究項目以外は読者には周知のものばかりであろう。

ここに筆者が提案する水素製造法はこれらと無関係で、(III)でのべる都市廃棄物処理の主生成物に関するものである。後述するが、都市ゴミの熱分解によって生じるガスの大略の組成は

H <sub>2</sub>	50%
CO	20%
CH <sub>4</sub>	20%
その他	10%

\* 元工業技術院東京工業試験所長 (IUPAC物理化学部役員)

表2 日本のエネルギー研究に対する化学の役割

石油以外の化石燃料の利用

○石炭の液化

溶剤抽出法 (C-SRC, 三菱化成), ソルボリシス法 (九工試, 九大), 水素化分解法 (北開試, 山形大)

○石炭のガス化

非水溶媒処理 (東北大)

水力以外の自然エネルギー

○地熱エネルギー

○太陽エネルギー

太陽熱, 太陽光発電

○水素エネルギー

熱化学サイクル法

MgI<sub>2</sub> サイクル (東工試), CaO-FeBr<sub>2</sub> サイクル (東大工学部), SbI<sub>2</sub>-CaO サイクル (九大工学部)

光分解法

FeSO<sub>4</sub> + I<sub>2</sub> (横浜国大)

○植物エネルギー

バイオマス, 農林廃棄物 (回収形エネルギー)

基礎化学における研究

○太陽エネルギーの化学的交換・貯蔵

1. 高エネルギー物質の化学的生成, 化学エネルギーの貯蔵

caged diene ⇌ cyclobutane

alkenyl imide ⇌ imide oxetane

tri *t*-butyl naphthalene ⇌ naphthovalene

silacyclopentadiene ⇌ dimer

nitro 錯体 ⇌ nitrito 錯体

2. 光合成初期過程モデル

電荷分離機能を持つ人工光触媒系

光エネルギー → 酸化還元エネルギー

CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O → HCOOH, (COOH)<sub>2</sub>

3. 光化学電池系における太陽エネルギーの交換・貯蔵

光電極反応 CO<sub>2</sub> → HCHO, CH<sub>3</sub>OH

光エネルギー変換電極

非晶質シリコン薄膜

(このうち光合成は核融合等とともに日米協力研究課題)

○新エネルギー開発に伴う(極限条件下における)材料の開発

耐超高温材料, 耐極低温材料, 耐食材料, 超電導材料, (原子炉, 核融合および地熱, 海洋等自然エネルギーの利用に必須).

○省エネルギー

日本の個人消費はアメリカの1/3, ヨーロッパ各国の1/2

太陽熱給湯装置の普及

産業消費エネルギーの効率化

である。これは都市ゴミばかりでなく、畜産廃棄物、製材くず、使用済みトイレット・ペーパーなど、およそ有機系物質にみな当てはまると考えられる。近年、石油代替燃料として注目を集めているバイオマスも全く同様である。表3、4は東工試(化学技術研究所と改称)の小山氏の総説から引用した。

これらの廃棄物等の膨大な量、集荷の困難さ、処理の煩雑さにもかかわらず、取得エネルギーの絶対量がエネルギーの集約された石油、石炭などの資源に比較して小であり、現在の過度状態および価格体系では工業の魅力ははなはだ小であるかもしれないが、筆者は10年、20年後には人類の生存に永久に伴う廃棄物を活用するこの方法の相対的重要性は増すであろうと考える。実施にあたっては地域ごとの処理施設からパイプラインによってガスを集中、配分する方式を工夫すれば、従来の石炭ガス、近年のLNGに十分かえうるものである(上記の組

成のガスのカロリーは石炭ガスと同等と考えてよい)。さらに、分解ガス組成は還元性であって製鉄その他にも応用可能であるし、これを変成して $CH_4$ 分解により $H_2$ リッチな水素原料ガスにも転換可能である。以上が石油の代替燃料としての $H_2$ 、 $CO$ 、 $CH_4$ 等の混合ガス、あるいはこの混合ガスを原料とした水素製造法である。さらにつけ加えれば、都市廃棄物の熱分解では他からのエネルギー付加を必要としない(次号)ことを申し添える。

従来このような提案は行われていないと思われるので読者の批判をおきたい。

### 6. 食糧源としての石油

いうまでもなく、これは間接的食糧源(飼糧)としての石油タンパクである。かれこれ10年以上前から石油タンパクの企業化がカネカ、大日本インキ等によって計画され、基礎実験から中間プラント運転まで推進されたが、原料直鎖炭化水素中の微量の3,4-ベンツピレンが発癌性であるというので、最終的にはわが国では実用化しなかったものである。科学技術庁内に製品の安全性についての委員会が設置され、筆者は化学分析の主査となったが、専門的見地からは従来のペルー沖のカタクチイワシの乾燥飼料と比較して、石油タンパクの3,4-ベンツピレン含有量がとくに多いことはなく、むしろ少ない値を示していた。これは魚滓乾燥に重油を焚くからと思われるし、一般畑地の野菜などでの含有量も多いときは数10ppbが検出された。企業側のデータは10ppb以下であるので、筆者は製品中の3,4-ベンツピレンは0.00ppm以下でなければならぬと最終答申を行った。この理由は、筆者は石油タンパクは基本的に安全であると判定したし、当時世間ではppmまでは理解されていたがppbはまだ使用されておらず、 $10^{-3}$ の桁ちがいが不明のまま

であるとして、数値をつけることにより「そんなにあるのか。もっとへらせないか。」と思われるのを避けるためと(0.00ならば桁を考えずに0よりも小さいと考えるかもしれない(?))、またppb程度の存在量の分析値は誤差量が測定値と同程度になるため、ppb表示では話がやゝこくなるからである。

行政的判断でわが国での石油タンパク(生合成タンパクといえどもよかつた)製品は許可されなかったが、世界的にはフランス、ルーマニヤ(わが国から技術輸

表3\* アメリカの廃棄物・副生物バイオマス推定量 (乾重量・100万t/年)

種類	生成量		収集可能量
	Sarkanen	Ernest	
都市廃棄物	160		170
下水	60		60
農業廃棄物			
わら	132	} 292	} 64
その他植物副生物	220		
加工副生物			
木材		} 105	} 120
伐採副生物	50		
製材副生物	15		
畜産廃棄物	210		174
合計	847		588

\*小山 実 バイオマスと資源、東工試ニュース化学工業資料 13, 132 (1979)

表4\* 我が国の廃棄物・未利用物バイオマス推定量

種類	生成量	推定有機物量(乾重量・万t/年)
未利用雑木(旧薪炭用)	2,000万 $m^3$	(400kg/ $m^3$ として) 800
林業廃棄物(小枝、皮、葉)	900万 $m^3$	(400kg/ $m^3$ として) 360
製材くず	2,800万 $m^3$	(400kg/ $m^3$ として) 1,120
古材	数千万 $m^3$	
農産廃棄物(稲わら・もみがら)	1,200万t(乾物)	1,200
都市ごみ(家庭ごみ)	3,300万t	(30%として) 1,000
畜産廃棄物	6,278万t	628
紙パルプ産業廃棄物	57万t(乾物)	51
工場排水スラッジ	166万t(乾物)	116
食品工場排水		22
し尿	4,230万 $m^3$	120
下水	5,910万 $m^3$ (99%水分)	(1%として) 59
合計		5,476

\*小山 実 表3に同じ

出)などで生産されているのは周知のとおりである。

いずれにしる貴重な炭化水素は醗酵法ばかりでなく、生体外反応(バイオリアクター法)や種々の方法を用いて飼糧、食糧とすべきものとする。

## 7. 資源量, エネルギー量の 基本単位設定の必要性

資源の賦存量, 供給量, 消費量ならびにエネルギー量の計量単位には現在各種の実用単位が用いられていて, それらの間の換算は厄介である。

これらの不統一な使用は新聞の経済欄で読者もご承知のように, 例えば資源量としては容量(気体, 液体)または重量(液体, 固体)にバーレル, ガロン, kl, トンなどはエネルギー量には i) 燃焼熱量/容(重)量として BTU/ft<sup>3</sup>, BTU/lb., kcal/Nm<sup>3</sup> など, ii) 電力×時としては kWh, その他 iii) 価格/容(重)量などもある。

ii) で水力, 地熱など以外の化石燃料(主として石油)に大部分依存している発電による最終供給電力という単位単独では, 発電の際の石油熱量の 60% 損失, 送電損失などが考慮されない。原子力発電ではもっと複雑である。また iii) では一例として暖房費は, 電力>都市ガス

>灯油の順であるという表現では, 価格は政策的操作をうけていて人為的であるばかりでなく, 価格を構成する要素として, 複雑な市場流通機構の中での利潤の問題の他に, 基本的には生産者側での原油価格, 輸送費ならびに, 大型精製装置をはじめとして, 大量生産方式による暖房器具製造などに使用されている資源エネルギー費, 加算される工場および精製, 製造機械施設費などの直接費, 人件費, 償却費, 販売費用, 金利などの間接費その他もろもろのものがあるが, それらの明細は不明であり, さらに消費者側での器具購入費と維持費などを考慮した単価はあまり明確にされていないので,

供給消費エネルギーの最終価格/容(重)量  
だけが知らされているにすぎない。

各単位とも長く慣用されている歴史をもつので, 国際的合意のえられる共通単位の設定はなかなか困難であるが, 少なくとも今後のエネルギー論議には, 例えば SI 単位による

i) (発熱量/容(重)量)×容(重)量

ii) 電力×時(効率何%)

などと換算可能な明確な表現を使用すべきであろう。

(9月26日記)(以下次号)

前号訂正 p. 97 下から8行目 発熱≈0 電子……  
→ 発熱≈0 の電子……

### < 追記 >

(I)を記したあとで下記のような石油資源楽観論を見出した。すなわち, 生物発生以前の地球大気(N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> など)中には酸素はなかったが, 生物が光合成によって炭素同化作用を行うようになってからCO<sub>2</sub>からO<sub>2</sub>が生じた。したがって, Cは光合成を行った生物体に残り, 石炭, 石油となったと考えることができる。ところでCとO<sub>2</sub>は当量であるので, 現在の大気中のO<sub>2</sub>の量1188×10<sup>18</sup>tに見合うCの量は(12/16×2)×1188×10<sup>18</sup>t

=44.5×10<sup>18</sup>tとなる。このCの44.5兆t(全海水量の1/3000)に対して, 石油埋蔵量の最大見積りで約3000億t(石炭については言及されていないが10.8兆tという評価がある)ゆえ, 石炭, 石油等の究極可採埋蔵量は一般にいわれているよりも本来もっとあるはずである。ところが埋蔵量に関する情報は完全にメジャーに独占されており, 彼等は価格を上げるためには埋蔵量を小さく発表するし, 代替エネルギーの開発が進みそうになればそれを妨ぐために大きく発表するのだから, 彼等の情報に一喜一憂する必要はないということである。

加藤栄一, ドクメン研究, 29, 415(1979)