

X317 石油化学からバイオマス化学へ～多様性の包摂と活用～

(三菱総研) (正)小宮山 宏*

1. 化学工学と化学工学会の特徴

化学工学は、経済と化学と機械のはざまで誕生した。化学工学会は文科省と経産省の共管、会長は産学が交互に務める。一貫して多様性と社会性を旨とする学問であり学会なのである。

人類は本質的な変化に遭遇している。第一に地球の変化、第二に長寿命化。そして第三に爆発する知識、自分は知らないが誰かが持っているという知識が、自分の知識をはるかに上回る。人類が抱える重要な課題は、集合知により、集合知によってのみ解決できる。

人類史の転換期である今、化学工学会がバイオマス化学を探求するのは真に時宜を得ているのである。

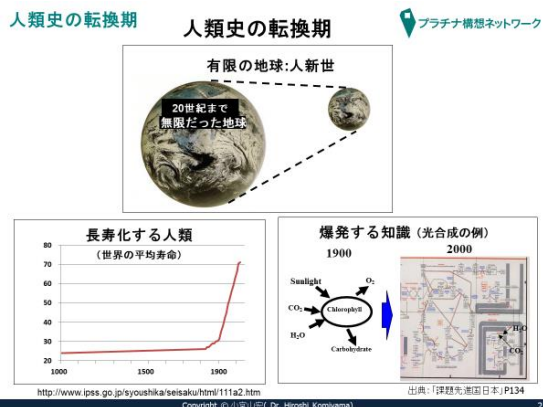


図1. 地球・社会・人類の持続

2. 21世紀の資源

世界人口は、21世紀の後半にピークに達し減少に向かうだろう。そのとき、「飽和」が重要な概念となる。例えば自動車は、先進国は概ね2人に1台の所有率で飽和している。物質の蓄積についても同様で、例えば日本の鉄は、概ね10トン/人で飽和している。21世紀の後半、世界で人工物と物質は飽和するだろう。

人類史の転換期

人口・人工物・物質の飽和が時代のキーワード

	2007		2010		2018	
	保有台数 (百万台)	一人当たり保有台数	保有台数 (百万台)	一人当たり保有台数	保有台数 (百万台)	一人当たり保有台数
日本	58	0.45	58	0.46	62	0.49
アメリカ	138	0.46	129	0.42	123	0.38
イギリス	31	0.51	31	0.50	35	0.53
フランス	31	0.50	31	0.50	32	0.49
ドイツ	41	0.51	42	0.53	47	0.57
中国	32	0.02	61	0.05	194	0.14
インド	10	0.01	15	0.01	32	0.02

(Data) Japan Automobile Manufacturers Association, UN WFP 2019

出所:新ビジョン2050 小宮山宏・山田興一著、日経BP社

図2. 自動車の保有台数

飽和状態では、都市鉱山が必要十分な量を供給し、自然鉱山は不要になる。スクラップの鉄が再エネ電力の電炉で再生されれば、鉄のバリューチェーンが脱炭素化する。これが目指すべき脱炭素循環社会だ。

再生可能エネルギーは十分なポテンシャルがある。屋根や畑のソーラーシェアリングなど、経済合理性のあるもののみで現在の総発電量を賄えると試算される。また、ペロブスカイトなどフィルム型の急速な進歩で壁や田んぼなどにも設置可能であり、風力も技術進歩が著しい。蓄電のコストも劇的に低下した。

脱炭素社会では、エネルギーは再生可能エネルギー、無機物は都市鉱山が中核となる。そうすると、プラスチックを何から作るかが課題として浮かび上がる。

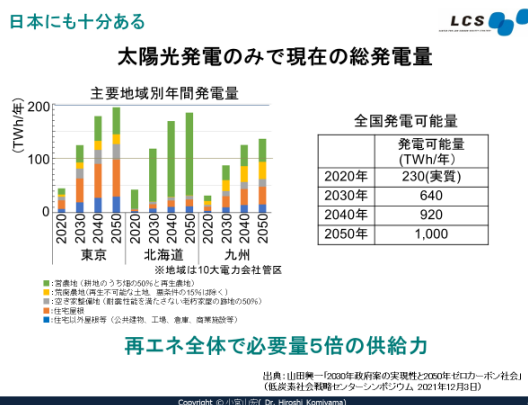


図3. 太陽光発電の総発電量

3. 資源自給国日本

3R(Reduce Reuse Recycle)の重要性は高まる。また、CCUS(Carbon Capture Utilization & Storage)が原料を部分的に担う可能性もあるだろう。しかし、石油からバイオマスへの原料転換は不可欠だろう。

バイオマス資源については、食料と競合しない木質バイオマス(木材)が候補だ。国土の3分の2以上という日本の森林面積率は世界でも屈指、また、温暖湿潤な気象条件により光合成速度が速い。毎年のバイオマスの成長量で消費を賄うべき持続社会において、森林面積×成長速度の点から日本は有利である。急峻な地形で林業は不適というのは過去を引きずる迷信だ。

さらに、戦後に植林して育った森林が放置され、保水防災などの本来的機能も低下しており、伐採再植林という人による循環が不可欠だ。経済的にも矛盾が生じており、例えば千ヘクタールの森林が1億円、生えている木材価値は100億円といった状況だ。

再生可能エネルギー、都市鉱山、バイオマスが一次資源となる社会を思い描こう。それは日本が資源自給国となることを意味する。

さまざまな視点において、バイオマス化学は日本が目指すべき中核的課題なのである。

4. 石油化学からバイオマス化学へ

バイオマスからの反応プロセスは多くの蓄積があり、木質に特化したプロセスも多く発表されている。

例えば、LICELLA や東北大学他が進めている超臨界プロセスは、木質バイオマスから熱分解油（フェノール類）を生成するものである。また、熱分解油（ケミカル、SAF、Diesel）を生成する急速熱分解プロセスは、Envergent が取り組む。また、Anellotech/Axens は、木質チップ（C材）からアロマ留分（BTX、SAF、Diesel）を生成するプロセスである。

5. 森林産業のサプライチェーンを創る

バイオマスに関し化学的知見の蓄積はあるし、新規開発もされるだろう。それを大規模プロセスとして実現する必要がある。また、原料のバイオマスの供給をどうするのか、林業の現状、経済的法的政治的環境は？つまり、油田、タンカー、コンビナートなどの現状に代わる、森林から始まるサプライチェーンを新たに構築する必要がある。

森林の多面的な機能を十分に活用し、脱炭素化、経済安全保障の強化、地方創生及び森林文化の醸成の同時実現を目指したい。そうした目的で、「プラチナ森林産業イニシアティブ」を、2022年10月に設立した。横田浩トクヤマ社長を委員長とするステアリング委員会、森林・林業WG、バイオマス化学WG、木造都市WGなどからなり、化学工学会も組織的に参画している。植樹から伐採に至る林業の再生、木材分画、バイオマス化学コンビナート、木造都市、エネルギー利用など森林産業の川上から川下までを包括的に捉え、新たなサプライチェーンを創る取組である。

また、再エネや観光との相乗化で経済性の向上を図る。バイオマス需要の高まりと、食の高品質化の要求などによって、農林水産業の重要性は高まる。しかし、日本の担い手は消滅しつつある。農林水産業の高付加価値化をもたらす魅力ある産業化が急がれる。

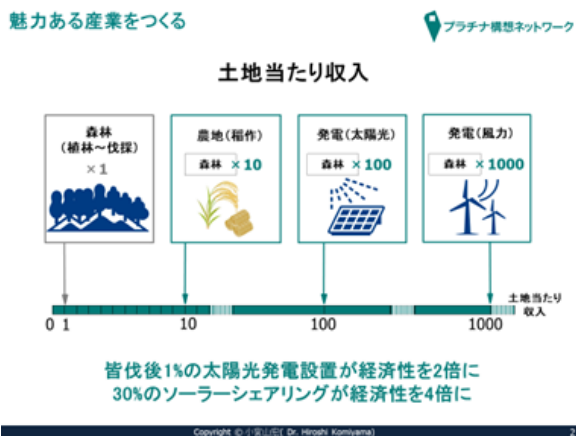


図4. 土地当たり生産性（収入）

再エネに解のヒントがある。現在海外に支払っている30兆円の化石資源の輸入代金を、国内の再エネへの支払いに変える。再エネは、農林水産業の場と一致す

るから相乗化を図ろう。

現在、伐採後の再造林率は、30%とされる。このままでは山は丸裸になる。再造林率を99%に高めよう、そして残り1%の土地に太陽電池を設置する。これによって、森林からの収益は3倍に高まるのだ。

例えば、年間成長量 5t/ha の木材を伐採し2万円/tで売れば、収益は10万円/ha である。同じ面積の太陽光発電は、年間100万 kWh/ha を発電し、20円/kWh とすれば、2,000万円/ha の収益となる。皆伐した森で、ソーラー設置による負の影響の少ない1%の土地を選びソーラーを設置すれば、計30万円/ha 3倍になるのだ。

図4に土地当たりの収益を示す。林業、農業、太陽光、風力、それぞれの土地面積当たりの収益は、概略1:10:100:1000である。

米もジャガイモも玉ねぎも、面積の30%まで太陽電池で覆っても、生産量にも味にも影響がない。田んぼで実験した複数のベンチャーによれば、コメの収入の2~4倍の売電収入が得られたという。図4はおおむね妥当であることを示している。

漁業は洋上風力発電との親和性が高い。海に構造物を設置すれば、多くの場合漁礁となる。洋上風力と漁業権とのあつれきが問題となることが多いが、漁業組合も風力に出資するなどウィンウィンのデザインは可能はずなのだ。

再生可能エネルギーが DX 化と相乗し、若い世代が魅力を感じる農林水産エネルギー産業を生み出す絶好のチャンスが今訪れている。地方創生のヒントもここにあるのである。

6. 今、なすべきは何か？

さて、石油化学からバイオマス化学への転換、農林水産エネルギーという新しい第一次産業の創出、さらには衰退する地方の再生という、魅力的かつ困難で巨大なプロジェクトを一体だれが成し遂げるのだろうか。

プロジェクトを構成する要素の一つ一つは不可能な課題ではない。多くはだれかが経験した道である。しかし、多くの要素が複雑に関連しており、さらにまた今ある現状を変えて作るということにも困難がある。多様性の集合知によってのみ実現できる挑戦だ。

化学工学誕生の経緯から、日本に化学工学会が生まれてここまできた経験は、多様性の包摂と活用による集合知の形成が不可欠なこの挑戦に対して、他のいかなるセクターよりも適しているように、私には思われるのである。

参考文献

- 1) 小宮山宏・山田興一 (2016). 新ビジョン2050 日経 BP 社
- 2) 山田興一 (2021). 2030年政府案の実現性と2050年ゼロカーボン社会 低炭素社会戦略センターシンポジウム (2021年12月3日)
- 3) 阿尻雅文 (2022). 木から化成品を プラチナ森林産業イニシアティブ第1回全体会議 (2022年12月15日)