

期待される資源バイオマス

種田 健造

バイオマスとは、英語のBiomass<生物体の量>のカタカナ書きです。つまり、動物、植物、菌類などすべての生物に由来する物質の総量を意味する言葉です。通常は特定の地域内にある生物体の総量を、全乾状態に換算するか、エネルギー単位に換算して表すことになっています。

すなわち、バイオマスとは動物の生体そのものを始めとして、死がい、はいせつ物、樹木(立木、枯木、丸太、枝条、落葉)、草本(農作物、牧草、雑草、海草)、藻類、飼料、食料などを、生死にかかわらず大きく包み込む言葉と考えてよいでしょう。石油や石炭などの化石燃料も、もともとは生体が変化してできたものと考えられておりますが、これは化石化という人類の発生以前にさかのぼるほどの、極めて長い過程の変質の結果できたものであるため、バイオマスの概念には含まれておりません。

このように、バイオマスとは、地球上にふりそそぐ太陽エネルギーが光合成作用で固定化され、形を変えて存在しているものと言えますから、バイオマスは常に地球上に生成されているものです。したがって、人類はその生成量を増加させることや、生成したバイオマスを節度を守って使い、いつまでも使い続けられるようにしながら、エネルギーとして、また、食料、飼料として利用していかなければならないでしょう。

バイオマス～再生可能なエネルギー～

知恵のある動物<人間>は、科学技術を考え出し、それを工業、農業、医療といったあらゆる分野に利用してきました。第2次大戦後、石油を掘り当てる技術が急速に進歩し、大油田の発見をもたらし、ついこの10年ほど前まで安い石油が潤沢に供給される時代が続いたのもその一例といえましょう。この間、人間は安い、豊富な石油をエネルギーとして、また、生活に必要ないろいろなものを作る出発原料として使い、優雅に暮せる豊かな社会を作ったのです。

ところが、今では人間の経済的な活動は巨大化し、地球そのものが人間活動を永久に続けていく場としては小さ過ぎるようになってきました。人間の活動そのものが、地球という天体にとっては重荷になってきていると考えるわけです。石油資源の限界論はその一つの現れとでも言えるでしょう。限界を悟った産油国は、安過ぎた石油の価格を訂正値上げし、そのために消費国は今や省エネルギー、省資源政策をとり、石油の代替エネルギー

ーを求めて、石油の消費を減らそうと努力しているところ です。

2度にわたる石油ショックで、石油は最安値の時より20倍にも値上がりし、これまで価格が安い上、流体という使いやすい形態(連続供給や流量制御が容易である)の石油を主要なエネルギー源として発展してきた欧米や日本のような先進国社会経済は、これまでにない苦汁に満ちた運営を強いられております。このような苦難の道を歩むなかで、代替エネルギーの開発、エネルギー源の転換、省エネルギー技術などが着々と進み、石油への依存度が減少し始めているのも現実です。

このように石油資源の有限論がやかましくなると、人間は将来に不安を抱くようになります。石油がなくなってしまうたら人間はどうなるか?。何か安心させてくれるものが必要となってきました。必要は発明の母です。人間は、今いろいろな、使い方さえ誤らなければ無限に再生可能な、いわゆるリニューアブルな自然エネルギーを、石油の代替エネルギーとして使っていく方法を考え

出そうとしております。そのような代替エネルギーとしては、太陽熱、水力、風力、潮力、波力、地熱とバイオマスなどが話題となっておりますが、とりわけ重要なのが、太陽熱とバイオマスではないかと考える次第です。

バイオマスを構成する主要な成分は、たんぱく質、脂肪、炭水化物、リグニンなどで、これらはすべて、炭素、水素、酸素を主な構成元素としていますから、燃焼させるとエネルギーを発生して炭酸ガスや水蒸気になります。実際、人類は古来より木材や柴、薪などを燃料として利用してきましたし、現在でも一部の地域には薪や牛ふんなどを、日常生活の主要な燃料としている民族もあり、世界的にみても現在なお木材生産量の約1/2は燃料として使われております。さらに、森林の過伐から木材資源の将来を悲観する声も聞かれます。

量は年間食料消費量の1,300倍ほどとなっております。バイオマス現存量の90%は樹木といわれていますので、樹木は同じく1,200倍現存することとなります。

地球上への太陽エネルギー降下総量は同じく20万倍で、太陽エネルギーの光合成利用率はわずかに0.1%に過ぎないこととなります。しかし、この光合成量はエネルギー消費量の9倍となり、バイオマスがいかに量的に多く生成されているかを示しています。化石燃料の現存量は年間エネルギー消費量の約900倍ですが、地球への太陽エネルギー降下量の1カ月余りの量に過ぎないことも分かります。太陽エネルギーがいかに巨大な量であるかも示しています。バイオマスは年々太陽エネルギーを吸収して生産される再生可能な永久資源であり、しかもその生産量は世界の年間エネルギー消費量の10倍近くになります。さらに、イオウの含有量は石油や石炭に比べ極めて少なく、クリーンですから、大切に、できれば計画的に大量に生産し、再生可能な範囲を守りつつ、大量に利用し、化石資源をできるだけ長持ちさせるのに役立つべきでしょう。

表-1 化石燃料とバイオマスの資源の推定賦存量とエネルギー消費量

類別	区 分	推定量と消費量 (10 ¹⁷ Kcal)	年間食料消費量を1とした概数
化石燃料	炭	539	15,000
	石油	32	900
	天然ガス	19	500
	その他	127	3,500
	計	717	19,900
エネルギー	化石燃料の使用済総量(1980年まで)	17.2	500
	年間エネルギー消費量	0.8	20
	地球への降下太陽エネルギー年間総量	7,200	200,000
バイオマス	年間光合成量	7.2	200
	現存量	48	1,300
	年間食料消費量	0.036	1

それでは、地球を大まかにとらえたエネルギー資源量はどうなっているのでしょうか？。表-1には化石燃料の推定資源賦存量と現在のエネルギー消費、地上への太陽エネルギーの年間の降下量とバイオマスの量を示しました。また、世界の年間食料消費量を1とした値も示しました。この表によると、地球上では人類が消費する食料の200倍の速度でバイオマスが光合成され、バイオマス現

新しいバイオマス依存文明

人類は、この地球上に発生して以来、つい少し前まで食料、衣料、燃料などはすべて、そしておそらく住居も含めて、生活の大部分をバイオマスに依存してきました。約200年ほど前におこった産業革命から化石燃料をエネルギーとして生産に使うことを知り、それが現在の石油依存文明に引き継がれたといえましょう。石炭も石油も大古のバイオマスが化石化して今に残っているものであり、新しく生成しているものではありませんから、いずれは使い尽されてしまうでしょう。したがって、人間は現在の石油依存文明をできるだけ早くバイオマス依存文明に移していかなければなりません。新しい将来のバイオマス依存文明は、産業革命以前の古いバイオマス依存文明とは異なり、石油時代に庶民の生活に入り込んだ豊かさを十分に支えうるものでなければなりません。その

ためには、「衣、食、住」などに関連する生活資材のバイオマス化はもちろんのこと、使いやすい形のエネルギーが太陽熱利用光発電、さらに、バイオマスによって生産されることが必要になってくるでしょう。

使いにくいという理由から未利用のまま放置されたり、排棄、焼却されていた稲わら、麦わら、廃材などを集めて、有効に食料や衣料、住材料、エネルギー源に、合理的に変換し利用していくことが必要となってきました。そのようなバイオマスの生産、流通、利用のための広範囲な研究、技術開発が、科学技術の進んだ国々を中心に極めて盛んに進行しています。

日本のバイオマス

さきにも少し触れたように、現存するバイオマスの90%は森林ですから、バイオマスのうち最も多量に存在するのは木材と言えるでしょう。日本は国土の67%が森林で、小資源国としては比較的豊かな資源といえましょう。その木材の蓄積量は約22億m³、年間生長量は約2,500万tといわれ、エネルギー換算での量は、年間生長量が日本の現在のエネルギー総消費量の約3%ほどに相当します。しかし、木材の主用途は各種の材料もしくは製紙原料としてであり、それらの残りが燃料とし

て利用する量となります。表-2は我が国の森林バイオマス活用期待量について試算したもので、期待率は山元残材では里山広葉樹林材と除間伐材が高く、一般広葉樹林材は低い。また、工場残材、古材（住宅解体材など）、廃ほだ木など企業の排出材は高率で期待されているほか、ササの一部とバイオマス用新造林樹種が含まれています。これらの見込まれた木質系バイオマスエネルギーは、全体で日本の総消費エネルギーの約1.7%に相当しますが、古材と里山広葉樹林材が最も多く、工場残材、一般広葉樹林材などが続いております。この量は日本の森林の年間生長量の60%弱ほどに相当する量ですが、このなかには輸入外材によってもたらされる残廃材の活用量も含まれており、国内生長量のうちバイオマス利用に期待されている量は24%ほどになっております。この値はその変換技術が開発途上の問題であること、その賦存状況が大きい広がりをもっており、集密度が一般に稀薄で、工業原料となるほどの量を一カ所に集積するにはコストがかかるため、今のところ諸条件の有利な資源のみが活用期待量としてあげられている値と考えるべきでしょう。

バイオマス変換技術

産油国が石油の供給にイニシアチブをとるよう

になって以来、エネルギー問題が日本の当面する最大の解決困難な問題となってきました。ここしばらくの間は、石油をいくら高くされてもアラブの王様に頭を下げて多量の石油を輸入し、日本の工

表-2 日本の木材バイオマス活用期待量(乾量)

項目		産出量	期待率	活用期待量	エネルギー量	用途
種類		(万t/年)	(%)	(万t/年)	[10 ⁸ Kcal(%)]	
山元残材	里山広葉樹林	1600	20	320	144,000 (23.1)	燃料 飼料 食料 ウッドケミカルス
	一般広葉樹林	1200	10	120	54,000 (8.6)	
	林地残材	690	10	69	31,050 (5.0)	
	除間伐材	340	20	68	30,060 (4.9)	
	小計	3830	15	577	259,650 (41.6)	
産業廃材等	工場残材(樹皮)	162	68	110	66,000 (10.6)	燃料, (樹皮排出率7%)
	古材	892	50	446	200,700 (32.2)	燃料, ウッドケミカルス
	廃ほだ木	80	50	40	16,000 (2.6)	飼料, 燃料
	ササ	8000	1	80	32,000 (5.1)	飼料
	新樹種	110	100	110	49,500 (7.9)	燃料, 飼料
小計	9244	8.5	786	364,200 (58.4)		
合計		13,074	10.4	1363	623,850 (100)	

注) 発熱量 樹皮: 6,000Kcal/kg, 廃ほだ木, ササ: 4,000Kcal/kg, 外は4,500Kcal/kg.

(宮崎 信: 林業試験場北海道支場研究発表会, 特別講演会資料(56.3.19)より)

場を動かし、車を走らせ、住宅を暖かくし、街や家庭にあかりをともし続けなければなりません。そして、他方では脱石油への方向転換を早急に進める必要があります。戦後の長い石油低廉時代に、石油を利用する工業を主軸にして、日本は工業的に大躍進し、一流先進国に仲間入りする経済的基盤を作り上げ、多数の技術的専門分野で今や世界最高の水準を行くようになってきました。したがってバイオマスが石油代替エネルギーの一翼を担うとしても、昔の薪や炭というような一次燃料として使った方法だけではなく、技術的に高度な付加価値の高い利用法が当然ながら求められるわけですから、エネルギー源としてのバイオマスの得失をあげると、

- 1) さんさんとふりそそぐ太陽エネルギーを直接固定化したもので、原料は無限といえ、かつ貯蔵が容易である。
- 2) 自然における炭素循環システムから生成するもので、再生可能な永続的エネルギーである。
- 3) 資源としては広い地域に分散的に発生し、量的に豊富だが粗く、稀薄に存在するため、主に、地域エネルギーとしての利用に期待がかけられる
- 4) 炭素固定能が強い、生長力の大きい植物が有力となり、人工増殖により環境保全作用、大気炭酸ガス増加阻止作用を兼ねさせられる
- 5) エネルギー濃度と資源集積度は化石燃料よりはるかに小さく、大規模工業基地や大都会の主要エネルギーとはなり得ない
- 6) 季節変動が激しく、これを経済的に平均化して利用していく方法が必要である
- 7) イオウなど有害な化合物発生源の含有が比較的少ない

ます。このようなバイオマスの特性は、きめ細かい対応を必要とする技術開発で、利用の道をさくることが求められますから、日本が得意とする分野と言えるように思われます。

現在、バイオマス変換技術によるエネルギー的利用の将来展望に関しては次のような見通しが立てられています。

- 第1段階 - 廃棄物、木材などの燃料利用
- 第2段階 - デンプン、廃糖蜜、セルロースを原料とするエタノール及び全植物質を原料とするガス化とメタノール合成
- 第3段階 - 石油植物（炭化水素植物）からの液体燃料
- 第4段階 - 生物的水素発生

つまり、当分の間は樹皮や廃材その他の廃棄物を直接燃料として利用する、いわゆる昔のバイオマス利用技術の改良の時代であり、次いで液体燃料としてエネルギー的利用を目的とする植物を積極的に生産する時代となり、その後、より高度な段階の時代が到来すると予想されています。

表 - 3 に、昭和52年における世界主要国の全エネ

表 - 3 主要国の全エネルギー消費量に占める木質エネルギーの割合（昭和52年）

順位	国名	国別比率 (%)	順位	国名	国別比率 (%)
1	インドネシア	52.0	11	チェコ	0.4
2	ブラジル	32.6	12	ポーランド	0.3
3	インド	19.8		フランス	0.3
4	中国	6.7		オーストラリア	0.3
5	メキシコ	2.8	15	米国	0.2
6	韓国	2.1	16	西ドイツ	0.1
7	スウェーデン	1.7	17	日本	0.04
		ソ連	1.7		
9	イラン	1.0	平均	全世界	4.0
10	カナダ	0.5			

[FAO 1979年度年報]より

などです。

以上を要約すれば、バイオマス変換エネルギーは小規模分散型で化石燃料による大規模集中型エネルギーの代替というよりは、地域性のある補完エネルギーを狙うのが当面の本命のように思われ

ルギー消費量に占める木質エネルギーの割合を示しました。日太は昭和30年代前半までは、薪炭材が一次エネルギーの供給量の約8%を占めていましたが、昭和52年にはほとんどゼロに近い数字に

まで落ち込んでいることが分かります。このような変り身が世界に類例を見ないほどであることをこの表は示しています。これは、石油時代（原材料や燃料を石油に替えると有利な経済環境の続いた時代）に石油化が最も顕著に進行したのが日本であり、このような日本人のきめ細かさが石油高騰時代には、逆に木質エネルギーの消費復活に作用してくることは想像にかたくありません。したがって、バイオマス変換技術開発の分野でも、おそらく日本は、また、世界中の人々が目を見はるような発展をとげるように思います。

海外のバイオマス有効利用研究の状況

米国 石油、天然ガス、石炭などエネルギー資源を豊富に所有する国であるが、今やバイオマス利用の研究を最も積極的に推進している国です。1979年に発表された新エネルギー計画では、2000年までに太陽エネルギーの22%までを利用することを目指しています。一方、バイオマス利用もその具体化のなかで大きな位置を占めており、2000年時点のエネルギー消費の約6%を、バイオマスでまかなうことが目標とされています。

現在、多数の官民研究機関がバイオマス利用技術開発に関与しており、その資金助成は、連邦エネルギー省を軸に、農務省、環境保護庁、全米科学財団、航空宇宙局、各州政府などからなっています。全体としての研究体制、研究資金、研究者層など何れも日本より、はるかに大きい規模で進行しており、その研究はエネルギーとしての利用に重点が置かれています。考えられるバイオマスとしては、

- ）農業廃棄物（麦わら、とうもろこしの茎、家畜のふん尿など）
 - ）都市廃棄物（ごみ、人ふん尿）
 - ）さとう植物（さとうきびほか）
 - ）石油植物（ホルトソウほか）
 - ）木性植物及び木質廃棄物（枝条、廃材、樹皮、のこくず）
 - ）水性植物（海藻、淡水藻ほか）
- があり、これらは廃棄物利用（、、）と積極

的栽培利用（、、）に2大別できます。また、技術開発もバイオマス生産技術と生物変換技術に2大別されます。

生産技術は、エネルギー農場という構想のもとに、速成樹木、さとう植物、海藻、石油植物等の成育の効率化を目指すもので、その内容はホルトソウやユウカリ、アオサゴなどの石油植物の栽培に際して、薬剤投与により、樹液に含まれる炭水化物を増加させ、さらに、さとう植物の高密度栽培、藻類の品種選定や栽培技術の研究を行うこと、となっています。

変換技術は微生物又は熱による変換で、前者はメタン発酵、アルコール発酵が、後者はガス化を経たメタノール生産がそれぞれ中心となっています。これらの技術開発の特徴は、従来の石油技術のような高効率ハードシステムに限らないで、手近な簡単なシステムにより生活の中にバイオマスを取り入れていく（ソフトエネルギーパス）ことも重要視されているようです。

ブラジル 石油に代ってアルコール（エタノール）燃料を使おうという気運が各国で盛り上がっています。この国ではアルコールをガソリンに混入して石油を節約することを、米国や西ドイツの一部の地域と同様に実施しています。大都市では最高20%のアルコール混入ガソリンの使用が義務づけられており、さらに100%アルコール（無水）自動車も公用車を中心に1万台ほど（1979年現在）が走っているといわれています。このようにアルコールが代替エネルギーの切り札に選ばれた理由は、石油の85%を海外に依存していることとブラジルの気候、地質がさとうきびとマンジョカイモの栽培を保証しているからで、国土の2%をこれらの畑にすれば、すべての車をアルコール車に切り替えられるといわれています。国家アルコール計画が1975年に発足し、ブラジルのアルコール熱は化学工業原料の石油からアルコールへの切替え、石油輸入による外貨支払の節約、石油危機に強いアルコールに文化圏の形成へと大きな夢を追う形で成長しており、アマゾン原始林の樹木を原料とした木材糖化によるアルコール製造にも

研究の手が伸び、日本の海外経済協力基金と国際協力事業団は、ブラジル現地企業と共同でアルコールを製造する国際マンジョカ開発KKに融資を決めています。

カナダ メタノールの製造に目標を定め、将来、輸送機関の燃料の相当量を代替するとしています。これはバイオマスを一旦ガス化し、ガス成分を調整、清浄化したのち、メタノール合成にもっていくものです。ガス化の際、豊富に産出する天然ガスを混用すると製造装置の建設費が1/2程

度に小さくなることから、バイオマスと天然ガス混用による液体燃料の製造としてメタノールに的がしぼられたと思われます。

スウェーデン 燃料生産を目指すエネルギー用森林育成プロジェクトがバイオマス研究の柱となっており、クローンの選択、降雨量、土壌構造、排水、施肥、深さ、間隔、時期、収穫年数、環境効果など育林上のあらゆる問題が検討されています。樹種はヤナギ属、ハンノキ属、シラカバ属が採用されて乾燥量で16~18t/ha・年の収量ということです。

EC諸国 加盟国が必要なエネルギーの10%をバイオマスで代替することを当面の目標に置いています。そのため、各国で必要とする土地を推定し、厳密な予測はできないとしながらも、2000年までにかかなりのバイオマスが生産されるとしています。

当面は農場内外のわら利用、バイオマス資源の林業生産物、木質廃材、短期育成林木、藻類を使うエネルギーシステム、ガス化、畜産廃棄物、藻類の嫌気性発酵等々に研究の焦点がしぼられています。

その他の国々 オーストラリア、ニュージーランド、インド、フィリピン、北アフリカザール地域、中国、韓国などでも植林計画を中心とするバイオマス利用計画が国策的に進められています。

日本におけるバイオマス利用開発の研究

上記の海外諸国の研究に劣らず、日本もバイオマス利用研究が盛んになってきました。日本が米国に次ぐ石油輸入国であり、また、全消費エネルギーに占める石油の割合が極めて高い(71%)ことを考えるとこれは当然といえましょう。バイオマス有効利用技術開発の研究は官主導型の色彩が濃いのですが、昨年5月、政府が技術開発資金の1/4を補助し、残り3/4を参加企業が分担する「新燃料油開発技術研究組合」が設立され、石油

表-4 バイオマスプロジェクトの研究分担

○もみから→ブドウ糖液 (協和グループ)	<ul style="list-style-type: none"> 協和発酵工業…………セルロース分解、とりまとめ 住友電気工業…………電子線照射によるセルロース前処理 東洋エンジニアリング…機械粉碎によるセルロース前処理 大協石油……………周辺技術 栗田工業……………廃液処理
○バガス→ブドウ糖液 (日立グループ)	<ul style="list-style-type: none"> 日立製作所……………O₃によるセルロース前処理、とりまとめ 合同酒精……………セルロース分解酵素 住友重機エンバイロテック…廃液処理 チッソ……………化学的手法によるセルロース前処理 千代田化工建設……………省エネルギー生産技術 味の素……………セルロース分解酵素 出光興産……………ブタノール発酵
○ブドウ糖液→自動車用アルコール燃料 (協和グループ)	<ul style="list-style-type: none"> 協和発酵工業……………アルコール発酵菌体、とりまとめ 日本石油……………菌体固定化用樹脂
○ブドウ糖液→自動車用アルコール燃料 (日揮グループ)	<ul style="list-style-type: none"> 日揮……………アルコール抽出法、とりまとめ 関西ペイント……………菌体固定化用樹脂 味の素 三楽オーシャン } ……アルコール発酵菌体 丸善石油……………周辺技術

9社、発酵4社、プラント7社、化学3社の計23社が7ヵ年計画のバイオマスプロジェクトを進めています。その研究項目と担当企業は表-4のとおりで、その成果が大きく期待されます。

なお、野村総研によると、我が国におけるバイオマスを原料とする合成燃料のなかでこのメタノールが価格競争に最も優れており、供給コストは25~40ドル/バレル、次いでエタノールは35~55ドル/バレル、高カロリーガスは50~60ドル/バレル

ル(いずれも1980年価格)とされて、その実用化については前二者が1~2年内、後者は80年代と推定されています。

次に国が国立研究機関を中心にして推進している研究の主なものをあげますと……。

通産省……工業技術院は、昭和52年10月~53年3月の間、(財)政策科学研究所にバイオマスの利用技術に関する調査研究を委託し、国内外の開発状況、研究進捗状況をまとめています。その後省内にバイオマス対策室を設置し、セルロースの加水分解、グルコースのアルコール発酵、ジャイアントケルプのメタン発酵、石油植物から炭化水素の抽出等について開発研究が進められています。上述の「新燃料油開発技術研究組合」は同省のきも入りで発足に至ったものであり、61年度を目標として、セルロース、でんぷんの加水分解発酵技術を飛躍的に高速省力化する固定化技術の開発、石油植物やさとうきび等の高速生産技術と、国内外でのバイオマス大量生産利用の可能性調査に重点が置かれています。

農林水産省……バイオマス変換計画ともいわれる「生物資源の効率利用技術開発に関する研究」が、昨年度1年間の調査期間を終えていよいよスタートしました。65年までの10年間で、食料やエネルギー資源に対処するため再生可能な生物体について、資源としての総合評価を行い、食料としての利用、生物体のエネルギー利用、有用成分の抽出等による未利用部分の有効利用技術開発研究を行うことになっています。

科学技術庁……54, 55年度の2ヵ年でアオサングを中心とするエネルギー植物の栽培管理技術を確立し、炭化水素生産技術を検討し、より有利なエネルギー植物の探索を行い、エネルギー植物の石油代替資源として可能性の検討を行っています。近く結果の発表があるでしょう。なお、同庁では昨年7月に54年度から進めたバイオマスの現状と問題点の調査結果を発表しています。それによるとエタノールに転換した場合のエネルギー比(生成したエタノールのカロリーと作物栽培及びエタノール転換に要したカロリーの割合)は、か

んしよ・米が1以下、さとうきび2.4、キャッサバ1.2で、エタノールの転換コストは11当たりかんしょで200円、米500円になる。したがって、バイオマス資源としては、高い収穫の期待できる微小藻類、海藻類、ホテイアオイ等を栽培できるようにして、エネルギー比向上を図る必要があるとしています。転換工程における効率の向上と、エタノール利用段階での技術開発が必要で、資源の生産 エネルギー形態の転換 利用技術の3段階を一つのシステムとしてとらえ、生産コストを考慮しつつ、実用化の鍵となる技術の研究開発に早急に着手することが不可欠であると結んでいます。

おわりに

以上、石油事情の変化から代替エネルギーの一つとして考えられるバイオマスについて資源、生産、転換の技術に関する研究の推移を説明してきました。しかし、エネルギーの将来展望に関しては、このほかにもいろいろな議論があるのも現実です。新しいバイオマス文明の時代が来るのか?、バイオマスは素通りし、石油以外の化石エネルギー(すなわち、石炭、オイルシエル、タールサンドなど)に移行したのち太陽エネルギー、核融合エネルギーによる水素利用の道へと進むのか? いずれにしても私達はエネルギー激変というかつてない変動期に生れ合わせたこの宿命をかみしめて生活する必要があるように思われます。

(林産試験場 特別研究員)