

2H03 世界のバイオ自動車燃料導入市場を視野に入れた戦略的標準化

○堀尾容康, 渡辺千帆, 辻本 亮 (東工大社会理工学)

1 序

1.1 エネルギー市場の長期的な変化

二度の石油ショック以降、原油価格の高騰を背景に、世界的に石油代替や省エネ対策が進み石油需要が抑制されると同時に、非OPEC諸国による生産が拡大したことから、国際エネルギー市場は供給過剰構造となった。これにより、80年代後半から90年代まで、湾岸戦争による一時的な価格高騰を除いて、原油価格は1バレル13～19ドル前後で安定的に推移した。

この時期、低位安定的に推移した原油価格を背景に、エネルギー需要は緩やかに増加に転じ、他方、供給面では、上流開発投資が停滞気味に推移した。今世紀に入ると、アジア、米国を中心として世界的にエネルギー需要が増加したことにより、エネルギー需給が構造的にタイトになりつつある。

1.2 長期的な資源制約に対する緊張感の高まり

エネルギー供給側においては、産油・産ガス国におけるエネルギー資源の国家管理・外資規制強化の動き、パイプライン等の大規模流通インフラの不足、非OPEC諸国の供給力の低下・中東依存度の高まり、オイル・ピーク論に代表される長期的な資源制約に対する意識の高まりなどが現在化しつつある。

表1-1 資源国による国家管理強化の例

中東	サウジアラビア: 国営Saudi Aramco社が全ての石油権益を保有 UAE: 国営ADNOC社が石油権益に最大60%参加
ロシア・中央アジア	ロシア: 05年重要油田における外資のオークション参加制限 カザフスタン: 02年開発主体に国営企業50%以上権益を義務付
アフリカ	ナイジェリア: 05年国際資本保有の24鉱区を政府保有化に
東南アジア	インドネシア: 生産量減少と需要増に対応しガス生産量の25%を国内供給義務を課す見通し
中南米	ベネズエラ: 石油生産について国営石油後者との合弁形態へ移行、政府の6割以上の資本参加。

2 運輸用新燃料の導入促進

2.1 「新・国家エネルギー戦略」の構築

エネルギーを取り巻く内外の環境変化に対し、エネルギー安全保障を軸に、我が国の新たな国家エネルギー戦略が構築された。これは、①国民に信頼されるエネルギー安全保障の確立、②エネルギー問題と環境問題の一体的解決による持続可能な成長基盤の確立、③アジア・世界のエネルギー問題克服への積極的貢献、の3つを達成すべき目標としている。

2.2 石油依存度低減のための運輸部門の目標設定

新・国家エネルギー戦略では、我が国の石油依存度をさらに低減するために、具体的数値目標が設定された。これは、我が国の一次エネルギー供給に占める石油依存度を現在の50%から2030年までに40%を下回る水準とするものであり、特に大きなウエイトを占める運輸部門については、現在の98%を2030年までに80%程度とすることを目標としている。(運輸部門の石油依存度は第一次石油ショック時の97%から1%ポイント上昇し、現在は98%となっている。) この大きな低減目標を実現するため、

1. 乗用車等の低燃費化を促す新たな燃費基準を06年度中に策定。
 2. バイオマス由来燃料の供給インフラの整備を急ぎ、自動車産業へは10%程度のエタノール混合ガソリンへの対応を促す。
 3. 国産バイオエタノール生産拡大に向けた支援を行い、また高効率エタノール製造技術やGTL技術の開発を促進する。
 4. 実用化が行われている電気自動車、燃料電池自動車等について普及促進を図り、次世代電池や燃料電池自動車に係る集中的な技術開発を実施する。
- 等の新燃料対策を軸とした制度整備が行われつつある。

3 現状と目標のギャップ

3.1 バイオ燃料の生産推移

京都議定書目標達成計画における2010年度の新エネルギー対策の導入見込みのうち、輸送用燃料におけるバイオ燃料の導入量が50万kL（原油換算）とされており、これを達成するための方策としてバイオエタノールやETBE、バイオディーゼル燃料およびBTL（Biomass to Liquid）などのバイオ燃料の導入目標が掲げられている。

しかし、世界のエタノール生産量は近年急拡大を示している一方で我が国の生産と消費量はほぼ横ばいとなっている。これは、各国が高い混合率の輸送用燃料規格を設定し、強力にバイオエタノール混合燃料の使用を推進することにより巨大な国内需要を創出している一方で、我が国では安全や流通上の理由から3%（E3）に留まっていることが1つの要因であると考えられる。

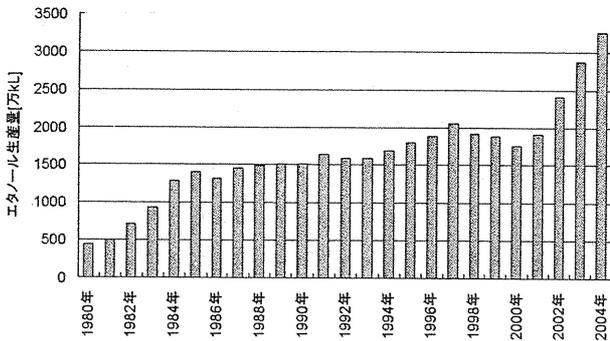


図1. 世界のエタノール生産量の推移⁽²⁾

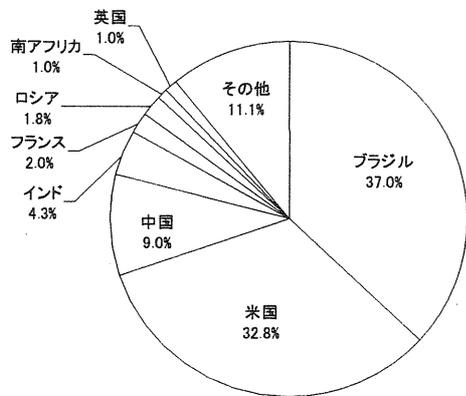


図2. エタノール生産量の国別比率

表2 海外のバイオエタノール導入状況

地域	国	混合率	原料	車両対応
北米	米国	・10% ・85%	トウモロコシ	・ガソリン車は全てE10対応車 ・フレキシブル燃料自動車(FFV)が普及
	カナダ	・5~10% ・85%	トウモロコシ 小麦、大麦	・ガソリン車は全てE10対応車 ・フレキシブル燃料自動車(FFV)が普及
中南米	ブラジル	・20~25%	サトウキビ	・ガソリン車は全てE25対応車 ・エタノール専用車とフレキシブル燃料自動車普及
	メキシコ	・10%	サトウキビ	・ガソリン車は全てE10対応車
	コロンビア	・10%	サトウキビ	—
欧州	スウェーデン	・5% ・85%	小麦	・フレキシブル燃料自動車(FFV)が普及
	フランス	・6~7% (ETBE)	テンサイ 小麦	—
	ドイツ	・低率(エタノール又は)	ライ麦、小麦	—
	英国	・5%	トウモロコシ	—
アジア	インド	・5%	サトウキビ	—
	中国	・10%	トウモロコシ 小麦	—
	タイ	・10%	キャッサバ サトウキビ	—
	フィリピン	・5%	サトウキビ	・1995年以降の市販車はE10対応車
オセアニア	オーストラリア	・10%	サトウキビ	・ガソリン車は全てE10対応車

3.2 高まるエネルギー消費への依存

石油ショックを契機として我が国全体のエネルギー消費原単位（単位鉱工業生産水準あたりのエネルギー消費）は減少を続け、73年を100とすると、90年には最低の52ポイントとなった。しかし、その後、エネルギー消費原単位は再上昇（リバウンド）し、05年には68ポイントと、石油ショック後の80年代初頭の水準に近づきつつある。

これは、大面積平面ディスプレイや半導体など、高付加価値の一方で、エネルギーを多く消費する生産の割合が増大していることに加え、製造に占める物流サービス割合の上昇など、いわゆる「製造業のサービス化」により、再びエネルギー消費原単位が上昇に転じているものと考えられる。

単位生産額あたりエネルギー消費（73年=100）

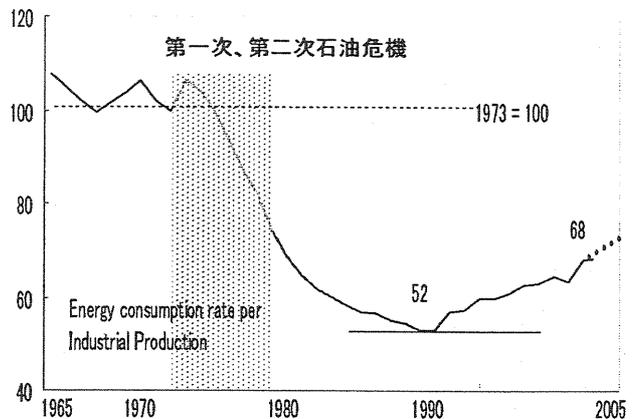


図3. エネルギー消費原単位の推移

4 バイオ燃料の導入環境の整備

4.1 バイオ燃料の品質多様性

バイオ燃料は、石油系燃料と比較すると、燃料の原料となる植物資源に種類や品質の多様性が存在する。また、燃料への転換技術水準にも地域により大きな格差があり、さらには年間を通じた収穫特性も異なることから、これらの原料と技術水準に対応した世界統一の品質規格を定め、地域間で規格の合意と採用を行うことは困難となっている。

バイオ燃料の原料は主に、菜種、ヒマワリ、パーム、大豆が使用されている(表3)。まず、第一に主成分である脂肪酸の種類・割合が異なり、第二には、ヨウ素や融点、低温流動性などの品質安定性にバラつきが存在し、これらを収穫時期に合わせて限られた転換工場で安定した品質の燃料を行わなければならない。

さらに、車両技術においても、多様なエンジン技術(燃料噴射、制御、排気ガス処理)を開発し、市場に供給する自動車に搭載しなければならない。各国は独自にバイオ燃料規格を定めているが、それぞれ、使用される原料や用途に基づき、相互に乗り入れ可能な規格とはなっていない(表4、5)。

表3 バイオディーゼル燃料に使用される主な植物原料

	菜種油	ヒマワリ油	パーム油	大豆油
使用地域	欧州	欧州(菜種油に混ぜて使用)	アジア	米国
主成分	1.オレイン酸 2.リノール酸	1.リノール酸 2.オレイン酸	1.パルミチン酸 2.オレイン酸	1.リノール酸 2.オレイン酸
生産量(kton)	14,361	9,637	29,646	30,858
1ha当たりの油収量(kg)	1,000	800	5,000	375
ヨウ素価(*)	110-115	125-135	44-58	125-140
酸化安定性	△	×	○	×
融点(メチルエステル)	-10	-12	14	-10
低温流動性	○	○	×	○

表4 各国におけるバイオディーゼル燃料の使用状況⁽⁷⁾

国名	バイオディーゼル燃料使用状況、計画	原料油	品質規格
欧州	B100、B20 主体:フリート車両 B5以下:一般車両	菜種油主体 ヒマワリ油	EN14214 (B100) EN590 (B5)
米国	B20主体:フリート車両 B5以下:一般車両	大豆油主体 菜種油	ASTM D 6751-02 (B100)
豪州	B5:列車、バスに利用計画	動物油脂 植物油	2003年規格化 (B100)
ブラジル	B20:列車、市バス B2:2005年~(B5:~2010)	大豆油/ パーム油	ANP 255-03 (B100)

表5 バイオディーゼル燃料に関する海外規格

	米国	欧州連合(EU)	オーストラリア	ブラジル	
規格番号	ASTM D6751-02	EN14214		ANP255	
密度	kg/m ³	—	0.86-0.9	0.86-0.89	軽油程度
動粘度	mm ² /s	1.9-6.0	3.5-5.0	3.5-5.0	3.5-5.0
95%留出温度	°C	<360	—	<360	<360
引火点	°C	>130	>120	>120	>120
目詰まり点	°C	—	<5/<-5/<-15	保留	—
流動点	°C	—	<0	—	軽油程度
硫黄分	mg/kg	<0.05	<0.001	<0.005/<0.001	<0.001
コナソソ炭素残留量	mass%	<0.05	—	<0.05	<0.05
10%残留炭素分	mass%	—	<0.3	<0.30	<0.30
硫酸灰分	mass%	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
水分	mg/kg	<0.05[vol%]	<500	<0.05[vol%]	—
全灰雑物	mg/kg	—	<24	<24	—
銅板腐食		No.3	Class-1	No.3	No.1
セタン価		>47	>51	>51	>45
酸価	mgKOH/g	<0.80	<0.5	<0.80	<0.80
メタノール	mass%	—	<0.2	<0.2	<0.5
エステル含有量	mass%	—	>96.5	>96.5	—
モノグリセライド	mass%	—	<0.80	—	<1.0
ジグリセライド	mass%	—	<0.2	—	<0.25
トリグリセライド	mass%	—	<0.2	—	<0.25
遊離グリセリン	mass%	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
全グリセリン	mass%	<0.24	<0.25	<0.25	<0.38
ヨウ素価		—	<120	—	報告要
リノレン酸メチル	mass%	—	<12	—	—
多不飽和脂肪酸付ル	mass%	—	<1	—	—
リン	mg/kg	<10	<10	<10	<10
Na+K	mg/kg	—	<5	<5	<10
Ca+Mg	mg/kg	—	<5	<5	—
酸化安定性	hr.	—	<6	<6	<6

4.2 自動車産業主導の燃料規格

ガソリン、軽油という既存燃料に固定化された車両技術に基づき世界生産を行う自動車産業に対し、バイオ燃料対応の車両技術開発を促すためには、エンジン開発のためのターゲット指標となる研究用品質規格の策定を行う必要がある。

従来、燃料の品質規格は精製事業者など少数の燃料供給者が決定し、これを基に需要者である自動車産業が技術開発を行ってきた。しかし、バイオ燃料は農業組合など小規模な生産事業者が数多く存在する。このため、既存の石油燃料とは反対に、自動車産業が一定の品質規格を策定し、これを生産者に示すことにより、先行的な技術開発が可能となる。

ゆえに、バイオ燃料については、むしろ、資源には乏しいものの、自動車生産技術など消費・利用技術に強みを持つ我が国が世界的に高い優位性を有するものと考えられる(図4)。

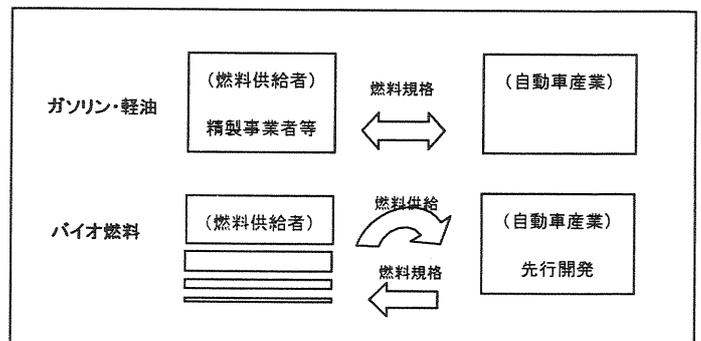


図4. 燃料規格化の流れ。

4.3 バイオ燃料の排ガス評価規格

バイオ燃料は含まれる窒素や不純物により、現行の石油系燃料よりも高い排ガス対策が必要となる。

また、車の排ガス物質のうち、NO_xとPMは日本では1992年以来、道路運送車両法の保安基準を段階的に改正し、規制が強化されてきた。現行規制は05年施行の「新長期規制」であり、ディーゼル車(3・5トン超)では、エンジン出力キロワットあたり「NO_x排出量2・0グラム以下、PM0・027グラム以下(1時間当たり)」である。09年には「ポスト新長期規制」として規制が強化される結果、現行の3分の1程度に排出の上限が引き下げられる。米国は10年以降の新規制で、NO_x排出量の規制を強化し、また、欧州の08年以降の新規制「欧州5」はNO_x、PMとも日米とほぼ同等の内容になる見通しである(図5)。

一方、燃焼効率が高くCO₂排出もガソリン車に比べて2〜3割低いディーゼル車中心の欧州と、ガソリン車中心で近年ハイブリッド車の導入が進む日本と米国との違いがあることから、バイオ燃料の導入はさらに排ガス対策においても地域毎の事情の違いが明確になり、それぞれに対応する自動車産業の開発負担が増大するものと考えられる。

ゆえに、バイオ燃料の利用による排ガスについても、計測システムや対象物質、さらには計測機器校正用の標準物質など評価技術の標準化が必要であり、これらを先行整備することにより自動車産業の開発リスクを低減させるものと期待される。

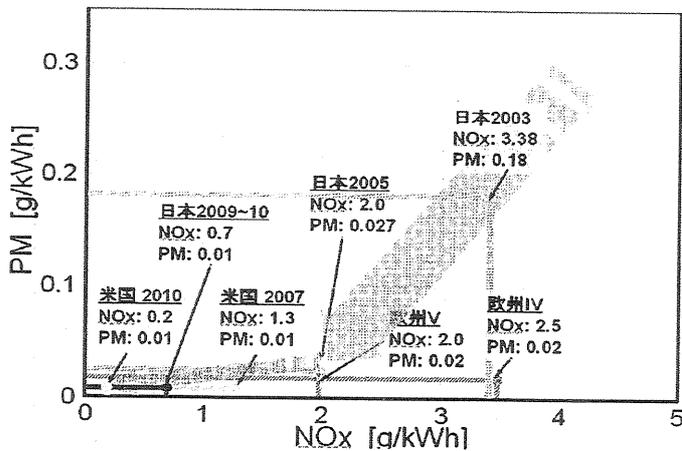


図5. 日本、米国、欧州の排ガス規制の動向.

5 結論

エネルギー資源を持たず、その一方で大きな自動車産業や計測器産業等の技術蓄積が豊かな我が国について、バイオ燃料化対応を進めるためには、

- (1) バイオ燃料等新燃料規格の策定と国際標準化
 - (2) 排ガス評価規格・標準の策定と国際標準化
- のいわゆる「入口と出口」を押さえ、その上に
- (3) 世界の新燃料自動車市場を視野に入れたエンジン開発、車両開発を戦略的に実施する必要がある。

参考文献

1. 環境省, 2004年度(平成16年度)の温室効果ガス排出量について
2. 環境省第4回エコ燃料利用推進会議, 資料1(2006.5)
3. 経済産業省, 新・国家エネルギー戦略, (2006.5)
4. 経済産業省, 国土交通省, 第7回高濃度アルコール含有燃料に関する安全性等調査委員会, 資料4~7, (2002.10)
5. 経済産業省総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会, 第4回規格検討ワーキンググループ, 資料4-1, 4-2, (2003.6)
6. 経済産業省総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会第20回燃料政策小委員会, 資料4, (2005.5)
7. EurObserv'ER, Biofuels barometer 2005, (2005.6)
8. 経済産業省総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会第21回燃料政策小委員会, 資料4-1, 4-3(2006.6)
9. 植田充美, 近藤昭彦監修, エコバイオエネルギーの最前線, シーエムシー出版, (2005)
10. Cal Hodge, "Neste Oil Corporation & NExBTL Renewable Diesel", California Energy Commission Workshop on Bioenergy, (2006.5)
11. Jennifer Holmgren, "Opportunities for Biorenewables in Petroleum Refineries", 1st International Biorefinery Workshop, (2005.7)