

特集 2：ラテンアメリカの次世代エネルギー資源

ブラジルのエタノールを事例として

大岩 玲

1. はじめに

原油価格の高騰が続き、京都議定書への先進各国の批准で地球環境保全への意識が高まる中、自動車用燃料として、サトウキビ、トウモロコシなどを原料とするバイオエタノール導入を進める国が増えている（注 1）。

日本政府も、2010 年度以降にオクタン価向上剤やガソリンへの直接混合で正式導入することを決定した。大部分は、生産・輸出・消費で世界をリードするブラジルから輸入することになるとみられており、一部の日本企業は将来の輸入円滑化への環境整備や、インフラ整備など関連ビジネスに着手しつつある。

2. 石油危機を契機に、政府主導で新燃料の普及に取り組む

西暦 1500 年にポルトガル人がブラジルを「発見」して間もなく、1532 年には入植者により北東部でサトウキビ栽培が始まった。サトウキビは、欧州向け輸出作物として砂糖に加工され殖民地ブラジルの経済を潤し、17 世紀には南東部などへも栽培地は拡大していった。サトウキビは長らく砂糖生産のための農産品と位置付けられていたが、第 1 次石油危機後の 1970 年代後半、代替エネルギーとしての本格利用が始まった。

当時のブラジルは、植民地時代から続いた特定の一次産品に経済を依存する「モノ

カルチャー経済」から脱却して、国内産業を保護した上で必要な工業製品は自国で賄う「輸入代替工業化政策」を推進していた。この流れを受け、第二次対戦後は外資の資本・技術も取り込み、政府主導で高度な工業技術の振興に取り組んでいた。この時代に育成した技術力、そして石油危機による貿易赤字増大を背景として、政府は 75 年に国家アルコール計画（PROÁLCOL）を打ち出す。主な内容は、成長持続政策の継続を前提とした石油輸入の削減、エネルギー自給率の増加、エネルギー産業の振興などであり、その一環としてガソリンの代替燃料としてサトウキビ・バイオエタノールの流通が進められた。ブラジルでは、ガソリンへの無水エタノールの直接混合は 1931 年に義務化され（当時の混合率は 5%）、その後、第二次大戦中には石油の輸入制限により 60%程度まで混合率が引き上げられた地域もあった。義務化は現在も継続しており、混合率は 20%である（2006 年 8 月末時点）。PROÁLCOL の特徴は、100% 含水バイオエタノールで走行する自動車が普及した点にある。100%エタノール車は 1979 年に第 1 号が生産され、売上が最も多かった 86 年はガソリン車（正確にはエタノール混合ガソリン車）の 6 万 2,000 台に対し、69 万 7,000 台（シェア 92%）を記録した。

100%エタノール車の生産・販売が急増した理由として、①購入時の税制優遇制度、

②砂糖・アルコール院 (IAA、90 年に廃止) による燃料となるエタノール価格の厳格管理、などを挙げることができる。同時に原料となるサトウキビの収穫量も大幅に伸び、75年の約7,500万トンから、PROÁLCOOLの根拠法が廃止された91年には3.5倍増となる2億6,100万トンに達していた。新規の砂糖・エタノールプラント (精製所、Usina ウジーナ) 増設に対しては低利融資が適応されエタノール生産の増加を促したほか、国営石油公社ペトロブラスには、エタノールの販売独占および、一部流通の独占権が与えられていた (90 代後半に特権は廃止)。

ガソリンの代替燃料として、R&D を進めつつバイオエタノールを広汎に普及させた政府の方針に先見性はあったといえよう。当時のブラジルは軍事政権下にあり、権威主義体制のもと経済引き締めを意識することなく、新エネルギー政策は勢いを持って進められた。日本、欧米の金融機関は、オイルダラーを原資に設備投資などに向けた貸付競争を激化させていったが、これらは80年代の債務危機、90年代初頭までの低成長の要因となり、ブラジルは成長限界を露呈することとなった (その後ブラジル経済は、94年に実施されたインフレ抑制を目的としたレアル・プランを契機に安定成長路線へと転じる)。加えて、80年代以降の石油価格安定、エタノールと同じ原料から生産する砂糖の価格上昇、多額の補助金を要する PROÁLCOOL の終了などにより、100%エタノール車も姿を消していく。95年の販売台数は前年比70%減となる4万1,000台、96年は7,700台まで落ち込んだ。

3. 再び、世界が注目する消費先進国へ

燃料用バイオエタノールの復権は、2003年4月のフォルクス・ワーゲンによる「フレックス車」第1号の発売を待たねばならなかった。フレックス車とは、無水エタノール混合ガソリン (当時の混合率は25%) と含水エタノールをいかなる比率で混合しても走行可能な自動車を指す。

フレックス車の開発は90年代に始まっていた。ドイツのロバート・ボッシュ社は PROÁLCOOL の反省点を活かし、92年に2種類 (砂糖とエタノール) の商品の需給状況に左右されない「フレックス燃料システム」の開発に着手する。燃料比率により効率的な燃費を実現するソフトウェアの開発も含め、同社のブラジル法人がほぼ独力で取り組み94年にシステムは完成した。同じ頃、イタリアのマグネッティ・マレリ社などもフレックス・システムを開発していたが、ブラジルで生産する自動車アッセンブラーは当初市場受容性を認めず、実際の販売まで約10年を要することとなった。

2003年のブラジルの自動車販売は131万4,888台で (バス・トラック含む、輸入車含まず)、このうちフレックス車のシェアはわずか3.7%であった。しかし、2004年は約7倍の32万8,379台 (シェア21.0%)、2005年は75万5,810台 (シェア46.3%) へと急増している。2006年も1~7月で75万839台とシェア70.9%に達しており、現在は日系を除くほぼすべてのアッセンブラーがブラジルでフレックス車を生産している。フォードは、無水エタノール混合ガソリン、含水エタノール、天然ガス、通常ガソリンの4種類の燃料で走行する TetraFuel (テトラ・フューエル) を間もな

く発売すると報じられている（『Veja』誌、2006 年 8 月 9 日号）。

アッセンブラーの当初の不安をよそに、い、②大衆車から中型車まで車種の幅が広い、③燃料価格が安い、などが挙げられる。エタノールはガソリンより熱量が少なく燃費では劣るため、ガソリン価格の 70% がエタノールとガソリンの等価とされている。通常の需給バランス下では、この比率を超えない範囲内で状況に応じて価格設定されていると考えられる。フレックス車発売の 1 年後、2004 年 4 月のサンパウロ州のガソリン・スタンド約 1 万 5,000 カ所におけるエタノールの月平均価格は 0.76 レアル/l で、これは同ガソリン価格の 40.6% にあたり十分に価格競争力を有していた。

2003 年頃より、ブラジルの燃料用バイオエタノールは世界でも注目され始める。2003 年のブラジルのエタノール輸出（HS2207、燃料用以外も含む）は 65 万 6,000 キロリットルであったが、2004 年は米国、インド向けなどの急増により 3.5 倍増となる 232 万 1,000 キロリットルとなった。調査会社 F.O.Licht によると、2005 年のエタノール生産量は、ブラジルは 1 位の米国（1,621 万キロリットル）をわずかに下回り 2 位（1,607 万キロリットル、シェア 35.8%）であったが、同年の輸出量は 1 位で、2 位の米国の 8 倍弱に相当する 259 万キロリットル（同 43.8%）であった。

輸出の急激な伸びは、好調な世界経済を背景に各国で工業生産が活発化し、工業用

フレックス車がブラジル市場で成功を収めた要因として、①通常車との価格差が小さ

エタノールの需要が増えたためとも考えられる。しかし、2003 年 1 月のインドでの「エタノール混合ガソリン・プログラム（注 2）」開始、同年 3 月のイラク攻撃開始による世界でのガソリン依存への不安増大などが、ブラジル産燃料用エタノールへの関心を高め、輸出を伸ばすことになったとの見方もできよう。米国でも、98 年から E0～E85 に対応するフレックス車が販売されており、「エネルギー政策法（注 3）」の成立などにより高率のエタノール混合ガソリン使用への気運がさらに高まったとみられる。日本では、2003 年 8 月に「揮発油等の品質の確保等に関する法律（品格法）」が一部改正され、ガソリンへの 3% のエタノール混合が可能となった。その後、2004 年 9 月の小泉首相のブラジル訪問（ブラジル政府は、燃料用エタノールを熱心に売り込んだと報道された）、2005 年 2 月の京都議定書発効などを経て、ガソリン依存度の軽減、燃料用エタノール導入の声は高まっていた。経済産業省は、2006 年 5 月に発表した「新・国家エネルギー戦略」において、2010 年度に原油換算で 21 万キロリットルの ETBE（注 4）など同 50 万キロリットルのバイマス燃料を導入し、2020 年頃までを目処にバイオエタノール混合率 3～10% のガソリンの使用可能な社会イ

ンフラの整備を目指すとしている。

表ブラジルの告別エタノール(HS2207)輸出(燃料用以外も含む)(単位) キロリットル

国名(注1)	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年(1-7 月)	
				輸出量	シェア
米国(O)	55,465	424,932	260,715	795,724	54.2
オランダ(o)	64,039	161,748	259,403	122,148	8.3
日本	56,865	220,070	315,392	114,345	7.8
エルサルバドル(注2)	15,327	25,452	157,851	79,987	5.4
韓国	46,489	239,490	216,356	77,017	5.2
コスタリカ(O)	31,820	106,677	126,693	70,031	4.8
スウェーデン(O)	62,299	194,563	245,891	69,848	4.8
ジャマイカ	101,871	132,962	133,288	25,994	1.8
メキシコ(o)	40,191	86,563	100,098	25,454	1.7
トリニダー					
ド・トバゴ	14,652	7,020	36,116	24,040	1.6
ナイジェリア(O)	47,367	105,244	118,441	13,623	0.9
インド(O)	23,715	477,335	410,757	0	0.0
その他	96,251	616,688	622,049	49713	3.4
合計	656,351	2,321,410	2,592,293	1,467,924	100.0

(注1)○はガソリンへの直接混合を行っている国(06 年 9 月時点)

(注2)エルサルバドルの対米エタノール輸出は、米国・中米・ドミニカ共和国自由貿易協定(DR-CAFTA)により、第三国(主にブラジル)産の原料を用いてもエルサルバドルで脱水処理を行えば枠内では関税が免除される。

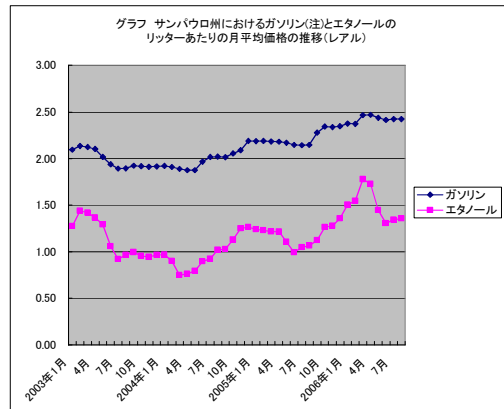
(出所)開発商工省貿易局(SECEX)、ペトロプラス資料などよりジェトロ作成。

4. 内外の需要増で供給面の脆弱性が課題に

ブラジルの輸出総額に占めるエタノール(HS2207)の比率は2003年の0.2%(1億5,800万ドル)から2005年は0.6%(4億9,800万ドル)へと伸びたものの、国内で不足気味となり小売価格は上昇した。サトウキビの端境期にあたるサンパウロ州の

2006年3月の月平均小売価格はリッター当たりガソリンの72%にまで上昇し、エタノールは一時的にガソリンとの価格競争力を失った。

価格上昇の要因としては、①輸出の急増、



(注1)エタノール混合ガソリン

(注2)エタノール20%混合ガソリンを指す

(出所)石油・天然ガス・バイオ燃料監督庁(ANP)

②砂糖価格の上昇、③サトウキビの主要生産地である南東部の天候不順、④フレック車の急激な普及、などが挙げられる。現在ブラジルでは、農業分野での優遇金利などを除けばエタノール産業に対する一切の補助金は廃止されており、完全な自由市場の中で需給バランスが大きく崩れる要因が初めて同時発生した結果であるとみられる。サンパウロ州サトウキビ農工業連合(UNICA)幹部はジェトロのインタビューに対し、2007年以降は同様の価格上昇が起こる可能性は低く、輸出余力にも問題はないとしている。その理由として、①「フレックス車ブーム」が一服した、②2005年3月よりガソリンへのエタノール混合率が25%から20%に引き下げられ、その効果が

出ている、③2006 年中に 19 カ所の Usina が新規稼動する、などが挙げられた。また、調査会社 AgraFNP は、2014/2015 収穫年（5～翌年 4 月）のブラジルのバイオエタノール生産量は、2005/2006 収穫年の 2.3 倍（4,100 万キロリットル）に拡大すると予測しており、原料の増産も順調に進むとみられる。

今後、在庫管理は中長期の計画に基づき慎重に行われるとみられるが、外国企業は主により安定した確保に向けエタノール産業への投資を活発化させている。穀物メジャー・カーギルのブラジル法人は、2006 年 6 月にブラジル地場資本の Usina の株式 63%を確保したほか、仏系穀物メジャーのルイス・ドレフェス傘下のコインブラ社は 2 カ所の Usina を傘下に納めた。日本企業では 2006 年 4 月、三井物産がペトロブラスと共同で、バイオエタノールのブラジル内での生産、各国への輸出販売に関する事業化調査を実施すると発表した。

ブラジル政府も、世界の関心の高まりに呼応するようにエタノール産業への注力を明確にしている。ルーラ大統領は 10 月の大統領選挙に向け、再選されればエタノール生産と輸出拡大への支援を強化すると名言し（「Último Segundo」紙ウェブ版、2006 年 8 月 29 日付）、ペトロブラスも 2006 年 7 月に発表した「2007～2011 年事業計画」の中で、バイオエタノールを含む再生可能エネルギー関連事業を重点分野として 7 億ドルの予算を計上した。

政府は、国内のバイオディーゼル普及に向けた法整備にも取りかかっている。2005

年には、2008 年からの市販のディーゼル油への 2%のバイオディーゼル混合を義務化するとともに、バイオディーゼル製造・輸入業者に対して売上に課される税金を最大 7 割近く減免する規定を定めた。政府はバイオディーゼル産業を小規模農家支援策としても位置付けており、低所得層の多い農村地帯で、ヤシ、トウゴマなど原料の栽培や植物油生産に向けた、国家経済社会開発銀行（BNDES）を通じての低金利融資などを展開している。

5. 日本とブラジルの協力がカギを握る

日本における燃料用バイオエタノールの本格導入に向け、輸入関税、法改正なども含む種々のインフラ整備が今後行われていくことになる。同時に、ブラジルからの長期にわたる量・価格の安定確保を実現するため、日本企業による投資を活発化させつつ、ブラジルとの良好な通商関係を築いていくことが求められる。

ブラジルのエタノール産業の主な問題点としては、①鉄道、パイプラインなど低コスト輸送を実現するインフラの未整備、②サトウキビの生産性向上などへ向けた R&D 投資の不足、③エタノールの生産量が砂糖価格の影響を受け易い、などが指摘されている。こうした問題は、日本企業がインフラ関連プロジェクトに参加し、また、農業廃棄物由来のエタノール製造の技術開発で協力するなど、ブラジルとの補完関係を構築しつつ解決に近づくことができよう。バイオエタノールが農産物というよりは燃料であることから、ブラジルの独壇場と

はせず、各国の協力のもと効率的に生産量を伸ばしていくことが理想である。エタノールは、超えるべきハードルは低くはないが、日伯関係の一層の緊密化に貢献できるエネルギーといえよう。

(おおいわ・れい 日本貿易振興機構 ジェトロ)

¹バイオマス燃焼時も二酸化炭素は大気中に放出されるが、元来は光合成により固定された炭素である。そのため、二酸化炭素の放出量に変化はなくカーボン・ニュートラル（排出炭素量中立）とみなされる。

²2004 年 9 月までに、国内 10 州と 3 連邦直轄地でバイオエタノールの混合率 5%のガソリンを供給することが義務となった。

³バイオエタノールなど、再生可能燃料の使用を義務づけたものの。2005 年 8 月成立。

⁴エチル・ターシャリー・ブチル・エーテル（オクタン価向上剤）。品格法上 8%程度まで混合が可能。

（参考資料）ブラジル日本商工会議所編『現代ブラジル事典』新評論、2005 年。ジェトロ『通商弘報』。

（参考 URL）

UNICA : <http://www.portalunica.com.br/>、ブラジル自動車製造業者協会（ANFAVEA） : <http://www.anfavea.com.br/>。