

米州における再生可能エネルギーの輸送に関する調査

2008年2月

社団法人 日本中小型造船工業会

はじめに

近年、二酸化炭素による地球温暖化防止のため、石油に代わる燃料として、バイオマスを原料とする再生可能エネルギー、その中でも特にエタノール(バイオエタノール)が脚光を浴びている。我が国においても昨年からはエタノール混合ガソリンの試験販売が開始されている。

米国においては「2005年エネルギー政策法(Energy Policy Act of 2005)」に基づき、国内エネルギー源の開発と原油を中心とする輸入エネルギー依存の低下に向け、諸施策が講じられている。太陽光、風力等自然エネルギー、バイオマス、家畜由来メタン等再生可能エネルギーの利用促進については、これらの生産を推進するインセンティブの付与、再生可能エネルギーの中で主にエタノールの使用量の拡大、代替燃料補給所等に対する税控除等の措置が講じられている。また、中南米地域においては、例えばブラジルでは既にエタノールとガソリンをどのような割合で混合しても走行できるフレックス自動車は2003年3月発売されており、現在までに累積200万台が販売され、最近では販売台数の約3/4を占めるようになってきている。更に、ブラジルにおいては自国で消費する以外に外国に輸出する計画を有している。

このような再生可能エネルギーの利用拡大ないしは石油からの転換は、従来の石油を中心とするエネルギーバランスに大きな変化をもたらすものであり、海上貨物輸送にも影響を及ぼすものである。

今回の調査は、米州を中心とするバイオエタノールを中心とする再生可能燃料の需給見通しを概観するとともに、生産施設、輸送経路を調査し、海上輸送における必要船腹量の検討を行い、エタノール輸送船の建造需要量を想定したものである。

この調査が関係各位のご参考に資することができれば幸いである。

ジェトロ・ニューヨークセンター船舶部
(社団法人日本中小型造船工業会共同事務所)

ディレクター 小濱 照彦
シニア リサーチャー 氏家 純子

目 次

第 1 部 米国エタノール事情	1
1. エタノールの歴史的背景	1
2. 米国におけるエタノール生産の現状	3
3. エタノール需要の牽引力	8
4. エタノール産業を牽引する主要プレーヤー	10
5. エタノール利用についての米国政府の姿勢	11
6. 米国のエタノール政策の動向	12
第 2 部 世界のエタノール事情	15
1. 世界のエタノール生産と消費	15
1.1 現在の生産パターン	15
1.2 世界のエタノール生産と消費予測	19
1.3 将来のエタノール生産に影響を与える問題	27
2. エタノール貿易	31
2.1 現在の荷動きパターン	31
2.2 今後の貿易量と荷動きのパターン	35
3. 将来のエタノール輸送需要	40
3.1 米国国内エタノール輸送	40
3.2 エタノール輸入輸送需要	41
3.3 ブラジルのエタノール輸出	43
4. エタノール・タンカーの建造要件	43
4.1 エタノール・タンカーの特別仕様要件	43
4.2 現在エタノールを輸送することのできるタンカー船腹	44
4.3 エタノール・タンカーの建造予測	45
4.4 建造予測に関する注意	45
付録 1 米国の燃料エタノール精製所とその生産能力	46
付録 2 エタノールの物理的、化学的性質のまとめ	50

第 1 部 米国エタノール事情

1. エタノールの歴史的背景

エタノールの歴史は長く、興味深い。エタノールは新石器時代からアルコール飲料の材料として使用されており、9,000 年前の遺跡からその痕跡が発見されている。医療目的の利用はアラジが始めてアルコールを医療消毒用に利用した紀元 900 年前後のアバシド朝時代にさかのぼる。エンジン燃料として使用されたのは 1826 年にサミュエル・モーレイがエタノールとテレピン油で走るエンジンを開発したのが最初である。1860 年にニコラス・オットーがオットー・サイクル内燃機関でエタノールを燃料として使用した。1908 年にヘンリー・フォードはエタノールとガソリン両用のフレキシブル燃料車としてモデル T を設計した。

第一次世界大戦中にはエタノールは主要な燃料であり、需要は 1917～1918 年に年間 5,000 万～6,000 万ガロン（189,300～227,100 キロリットル）に達した。1920 年以降はガソリンが自動車燃料の主流となり、米国内では基本的にエタノールはオクタン価向上剤として使用されたに過ぎなかった。米国中西部では 6～12%のエタノールをガソリンにブレンドした燃料がガソリンスタンドで販売され続けていた。第二次世界大戦中に米国のエタノール需要は急増したが、戦後は減少し、1940 年代末から 1970 年代半ばに米国における燃料源としてのエタノール利用はほぼ消滅した。

1974 年の第一次石油ショックによりエタノールへの関心が復活した。OPEC による石油原産・禁輸により石油の流通が止まったことから代替燃料源の開発に対する関心が一躍高まった。代替燃料の利用を奨励するために米国議会は「太陽エネルギー研究、開発、実証法」を可決した。同法ではセルロース、ゴミ、その他の有機物を燃料に変える研究開発が奨励された。この努力の一貫として 1970 年代末に米国海事局（MarAd）は昆布を原料としたアルコール生産プラントをバージに搭載するフィージビリティ研究を実施している。

1970 年代末から 1980 年代初めにかけての期間に代替燃料開発を奨励するための助成金やその他の支援を提供する様々な法律が成立した。1984 年には米国で 160 以上のエタノール工場が稼働していた。しかし合成燃料は相当な連邦助成やその他の支援を受けていたにもかかわらず、1980 年代半ばに原油価格が暴落した結果、安価な石油の競争相手にはならなかった。多くのエタノール生産者が廃業し、1985 年末には商業エタノール工場で稼働を続けていたのは約半数に過ぎなかった。

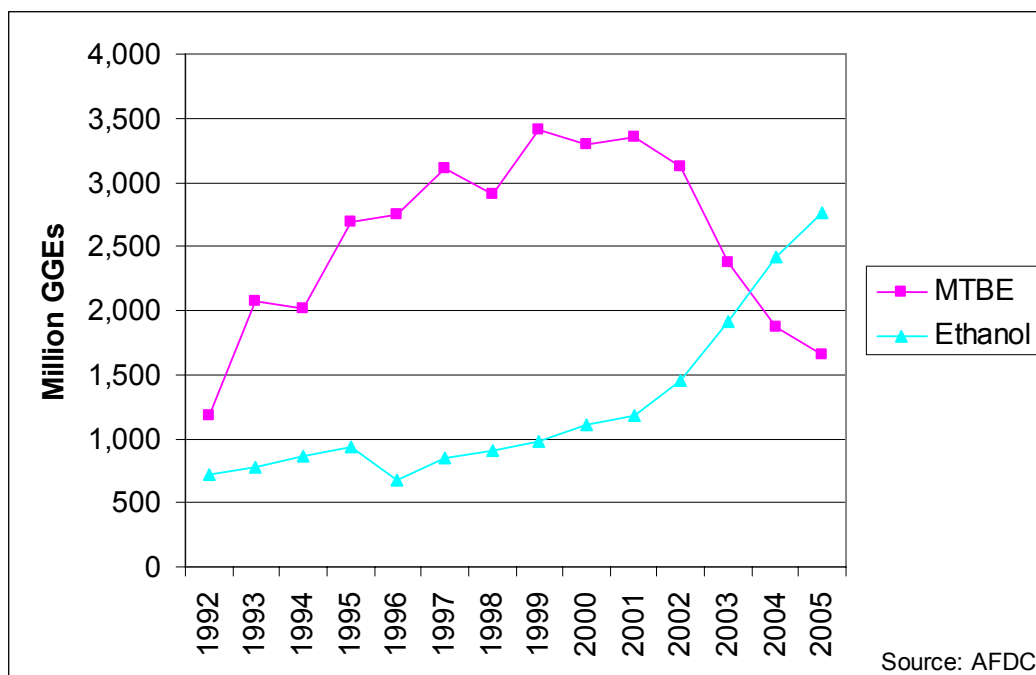
1970 年代/80 年代に有鉛ガソリンの段階的廃止が義務付けられたため、鉛に代わるオクタン価向上剤が必要となった。米国環境保護局（EPA）は 1973 年にガソリンに含有される鉛を減量し、1986 年には米国内で有鉛ガソリンの販売を禁止することを命じた。鉛に代わるオクタン価向上剤としてエタノールと石油からできる ETBE（エチルターシ

ャリブチルエーテル) と天然ガスと石油から抽出される MBTE (メチルターシャリブチルエーテル) が存在した。1990 年代末まで MTBE が添加剤としては主流であり、圧倒的なマーケットシェアを保有していた。しかし MTBE は地下の貯蔵タンクから近隣の水源へと浸出することにより深刻な環境汚染を引き起こすことが判明した。環境保護の観点から EPA は 2000 年に全米で MTBE の利用を段階的に廃止することを勧告したため、ガソリン添加物として残された選択肢はエタノールのみとなったのである。これにより、米国におけるエタノールの需要は成長するガソリン需要と結びつき、エタノール生産者は市場基盤を確保したのである。

1990 年代には一酸化炭素排出量を削減し、代替輸送燃料の利用を促進するための連邦政府のイニシアティブがエタノール産業にとって強力な追い風となった。「1990 年大気汚染防止法修正」により汚染基準が制定され、1995 年から米国の特定地域で改質ガソリンを使用することを義務づけられた。改質ガソリンは燃焼で発生する汚染物質が少なく、大気中に排出され、スモッグの原因となる有害な汚染物質の減量に役立った。改質ガソリンは重量にして約 2% の ETBE または MTBE を含有していた。2 年後に「1992 年エネルギー政策法」では運輸燃料として E85 燃料の使用が奨励された。E85 燃料はエタノール 85% とガソリン 15% をブレンドしたものである。E85 燃料で走行する自動車への改造または購入に税制優遇措置が取られた。また ETBE を生産するエタノール・ブレンド業者にも税制優遇措置が取られた。1990 年末に主要な米国自動車メーカーは E85 燃料とガソリンのいずれでも走行ことのできるフレキシブル燃料車を生産していた。

図表 1 米国におけるオクタン価向上剤としての MTBE とエタノールの使用量の推移

単位：100 万 GGE



データ出所：EIA 2006 Annual Energy Review

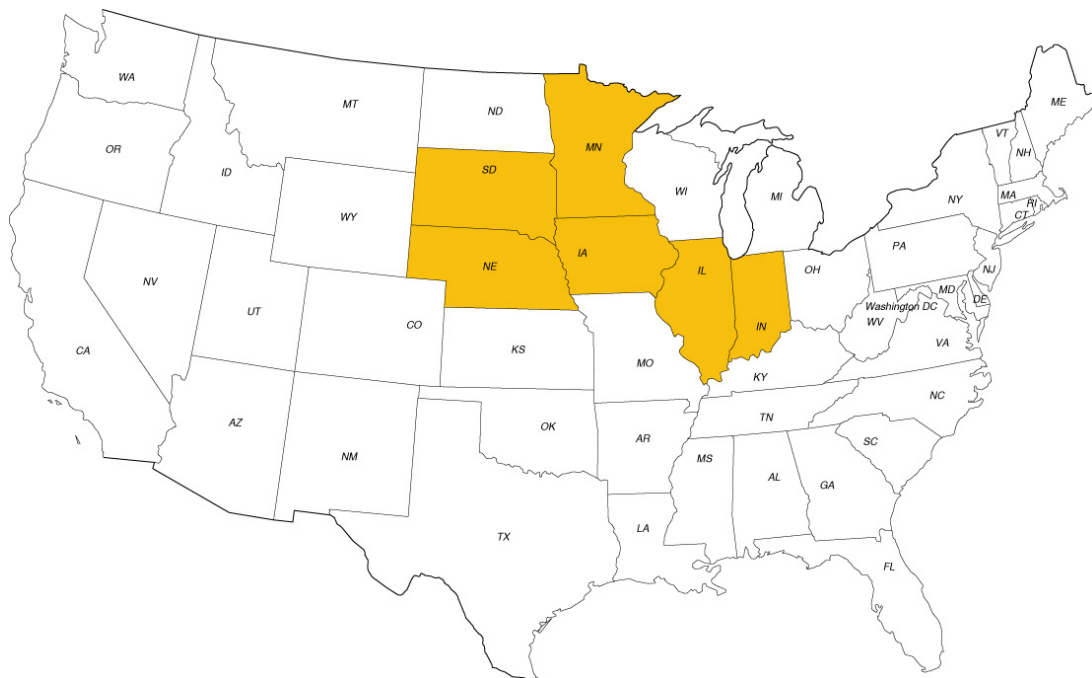
「2005年エネルギー政策法」で、代替燃料としてのエタノールの利用がさらに促進された。同法により特定された再生可能燃料実施基準では、2006年に40億ガロン（1,514万キロリットル）の再生可能燃料を利用し、2012年には年間の再生可能燃料の使用を75億ガロン（2,839万キロリットル）に増やすこととされている。後に論じるように、ブッシュ大統領の2007年のエネルギー・イニシアティブではこの再生可能燃料消費目標が大幅に引き上げられている。

オクタン価向上剤としてMTBEの使用が禁止され、政府がエタノールを代替燃料として使用することを奨励したため、米国のエタノール生産量は1980年の1億7,500万ガロン（662,400キロリットル）から2006年には約49億ガロン（1,855万キロリットル）に急増した。特に2000年に入って米国におけるエタノールの生産は急増している。

2. 米国におけるエタノール生産の現状

米国のエタノール年間生産量は49億ガロン（1,855万キロリットル）に達し、世界最大のエタノール生産国である。米国のエタノール精製所のほとんどが農業ベルト地域にあり、アイオワ州、ネブラスカ州、イリノイ州、サウスダコタ州、ミネソタ州、インディアナ州が現在全米で稼働中または建設中のエタノール精製能力の78%を占めている。

図表2 エタノール精製所が集中している州

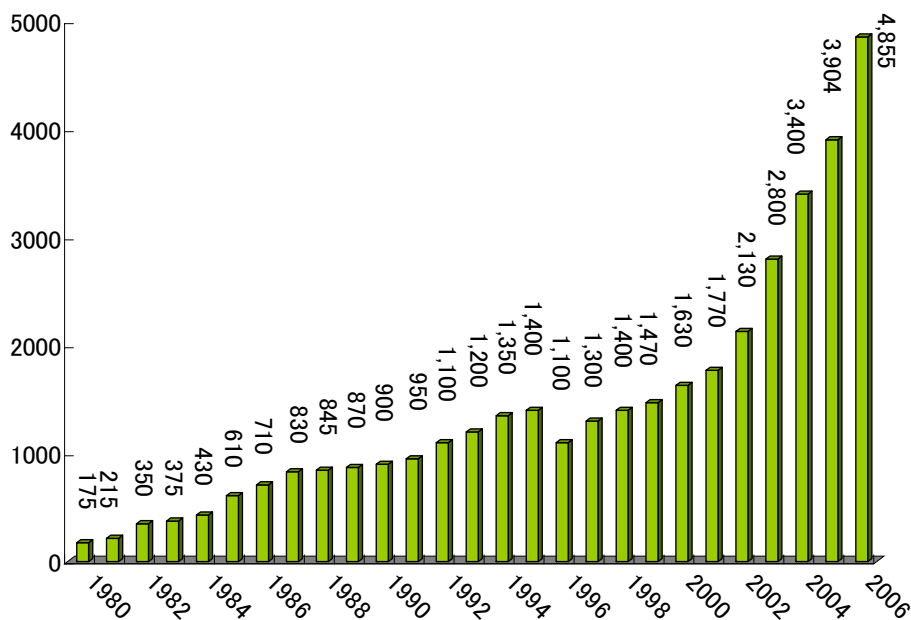


再生可能燃料協会（RFA）によれば、最大85%（E 85燃料）のエタノールブレンドを燃料として走行可能なフレキシブル燃料車は米国内に600万台存在する。RFAはまた、約1,000のE 85燃料の小売店が営業しており、米国で販売されているガソリンの30%以上にエタノールが混合されているとしている。業界アナリストグループであるLipow

Oil Associates によれば、エタノールは現在米国で使用されているガソリンの約 4%を占める。

図表 3 米国におけるエタノール生産量の推移

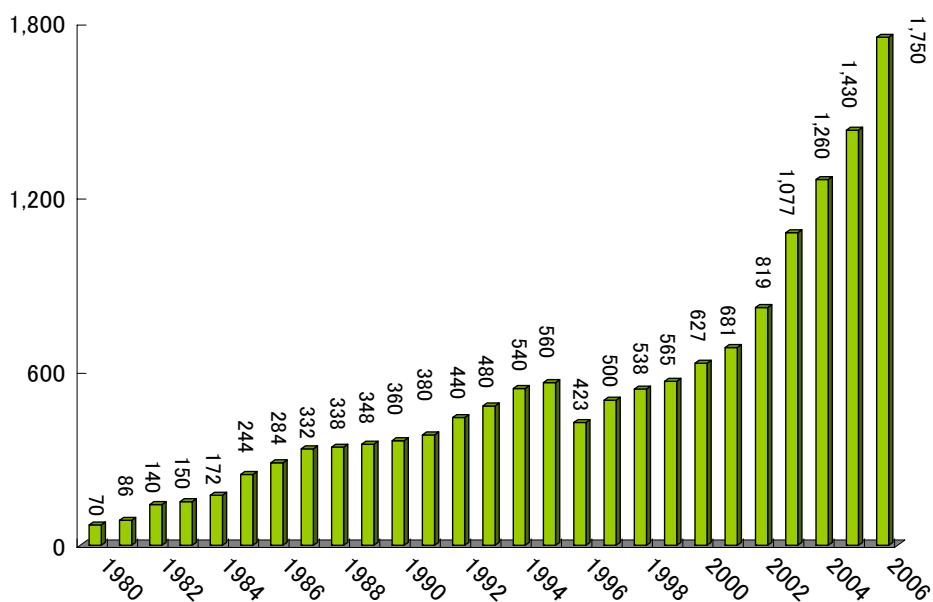
単位：100 万ガロン



出所：Renewable Fuels Association

図表 4 米国においてエタノール生産に使用されるトウモロコシの量

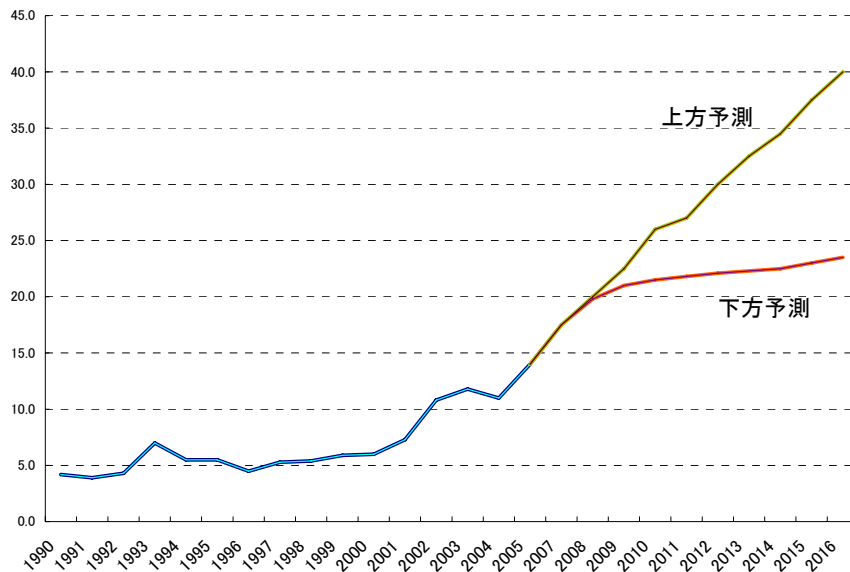
単位：100 万ブッシェル



出典：National Corn Growers Association 注：2006 年の数字は推定

図表 5 エタノール生産に利用されるトウモロコシの割合の推移

単位：パーセント



出所：米国農務省

図表 6 年間生産量 50M ガロンの乾式粉碎エタノールプラントの年間運転コスト(2006年)

原 材 料	エタノール 1 ガロンあたり のユニット	ユニット価格 (ドル)	年間コスト (百万ドル)	エタノール 1 ガロンあたり のコスト (ドル)
トウモロコシ(ブッシェル)	0.364	\$2.21	\$40.18	\$0.804
酵素(ポンド)	0.035	1.02	1.79	0.036
酵母&化学薬品(ポンド)	1.126	0.02	0.84	0.017
変性剤(ガロン)	0.030	2.00	3.00	0.060
電力(\$/KWh)	0.800	0.06	2.31	0.046
天然ガス(\$/Mcf)	0.036	8.46	15.23	0.305
処理水(千ガロン/ブッシェル)	0.010	0.37	0.18	0.004
排水(千ガロン/ブッシェル)	0.008	0.50	0.19	0.004
直接人件費+福利厚生(\$.032/ガロン)	—	—	1.60	0.032
保守&修理 (\$.026/ガロン)	—	—	1.30	0.026
販売費一般管理費 (\$.06/ガロン)	—	—	3.00	0.060
合 計	—	—	\$69.63	\$1.393

出典：Study prepared for National Corn Growers Association by LECG LLC, 2006年9月

砂糖を原料としてエタノールを生産するブラジルと違い、米国では原料としてトウモロコシが圧倒的に主流である。米国の既存のまたは現在建設中のエタノール精製所の約95%がトウモロコシを原料として利用するものである。一部の精製所で乳清、醸造廃物、砂糖/澱粉を原料とするものもあるが、これらはほとんどが小規模経営である。1ガロンのエタノールを生産するために約2.75~3ブッシェル¹（約70~76kg）のトウモロコシが必要である。（実際のデータが得られる最新年である）2005年には、エタノール生産用に14億3,000万ブッシェル（約3,575万トン）のトウモロコシが消費された。

米国農務省によれば、米国でエタノール生産用に生産されるトウモロコシの割合は今後10年間に大幅に増加する。米国農務省は米国产トウモロコシの23~40%が2016年にはエタノール生産用となると予測している。この数字は、米国のエタノール需要が下方予測の場合年間80億ガロン（3,028万キロリットル）、上方予測では年間140億ガロン（5,299万キロリットル）に達するという予測に基いている。

トウモロコシが主原料となっているため、エタノール生産の経済性はトウモロコシの価格に大きく左右される。米国トウモロコシ生産者協会（NCGA）が委託した最近の調査では、1,810万ブッシェル（約46万トン）のトウモロコシを原料として年間5,000万ガロン（189,300キロリットル）のエタノールを生産する乾式粉碎エタノール・プラントの年間運転コストは6,960万ドルであり、そのうちトウモロコシのコストが4,020万ドルを占めるとしている。原料トウモロコシのコストが工場運転コスト全体の58%を占めることになる。

米国内のエタノール生産量が大幅に増加すれば、トウモロコシ価格が高騰すると考えられる。過去25年間の米国内のトウモロコシ作付面積は5,200万~7,500万エーカーであった。2005年に、米国のトウモロコシ生産者は7,430万エーカーから110億ブッシェル（約2億7,940万トン）のトウモロコシを生産し、収穫率は1エーカーあたり148.4ブッシェル（37.7トン）であった。年間80億~140億ガロン（3,028万~5,299万キロリットル）のエタノールを生産するためには、エタノール原料をとうもろこしだけに限ると仮定すると、220億から420億ブッシェル（5億5,880万~10億5,000万トン）のトウモロコシが必要となる。このような大量の生産には、(1)エーカーあたりの収穫率を高めるための農地利用の生産性の大幅な向上、(2)トウモロコシ農地をさらに大幅に拡大、(3)家畜用飼料その他の食用トウモロコシ利用の減量、が必要となる。

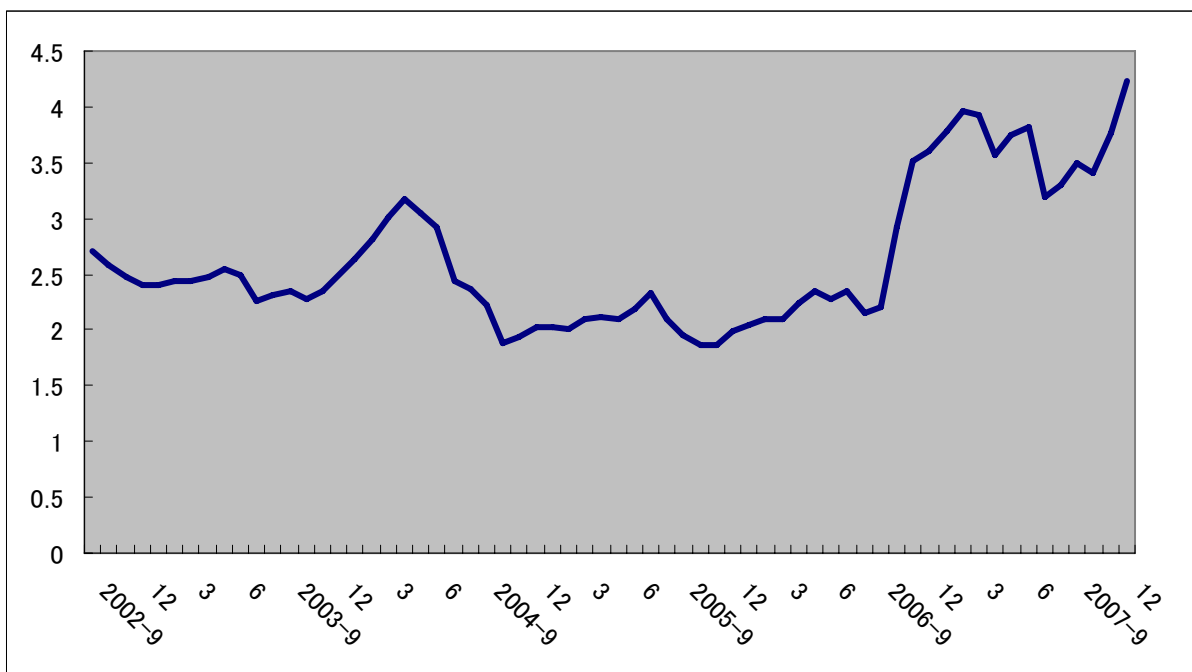
トウモロコシを原料としたエタノール生産に批判的な人たちの多くは、このような生産レベルを達成することは不可能だと確信している。最も強力な推進派でさえもトウモロコシ増産には現在よりも生産コストかかり、エタノール生産の経済性に直接影響を与

¹ ブッシェルは穀物の容積の単位であり、1ブッシェルは8ガロンである。U.S. Grains Councilの換算表では、重量換算でトウモロコシ1ブッシェルは56ポンド（0.0254メートルトン）とされている。

えることを認めている。2007年1月末のブルームバーグ・レポートは「トウモロコシ価格がブッシェルあたり4.50ドルで一部のエタノール精製所は利益をあげられなくなり、ブッシェルあたり5.00ドルになれば運転を停止するであろう。先週シカゴの商品取引所でトウモロコシ価格はブッシェルあたり4.055ドルで引けた」という業界アナリストの言葉を引用している。ロンドンの天然資源ファンドである Ambrian Partners のアナリストは、「この部門（エタノール産業）の経済性はかなりあやしくなっている」と述べたと引用されている。スイスの投資銀行である Sarasin and Cie のアナリストは、「バイオ燃料産業の利ざやは圧迫されており、生産能力拡大にブレーキがかかるかもしれない」としている。

図表7 シカゴ市場のトウモロコシ現金取引価格

1 ブッシェル当たりの価格（ドル）

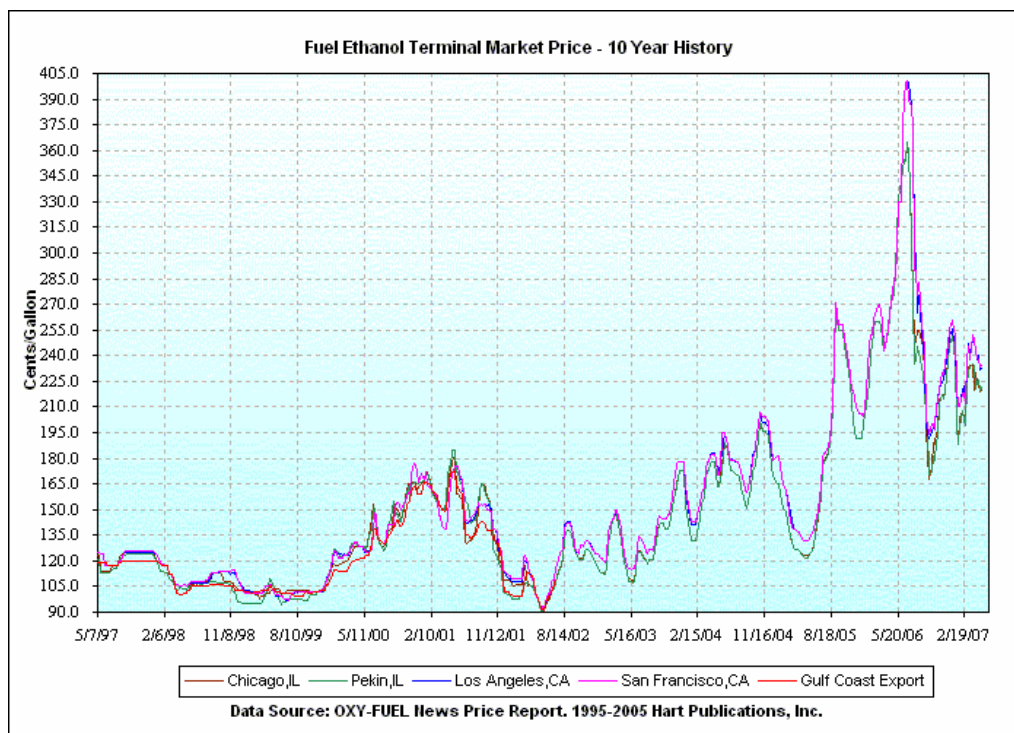


Source: USDA, Agricultural Marketing Service, Grain and Feed Market News.

エネルギー・アナリストである Sanford C. Bernstein & Co のリサーチによれば、エタノール価格は基本的にガソリン価格を反映するにすぎず、「エタノールが収益を上げるには石油価格は70ドルを超えなければならない。」原油価格が55ドルから60ドルで推移していた2006年末から2007年の始めに、エタノール業界の収益性は大きな打撃を受けた。エタノール価格は過去10年間に1ガロンあたり1.20ドルの2年間にわたる底値から、4.00ドルの高値まで大きく変動している。

図表 8 エタノール・ターミナル価格の推移

単位：セント/ガロン



出典：Oxy-Fuel News

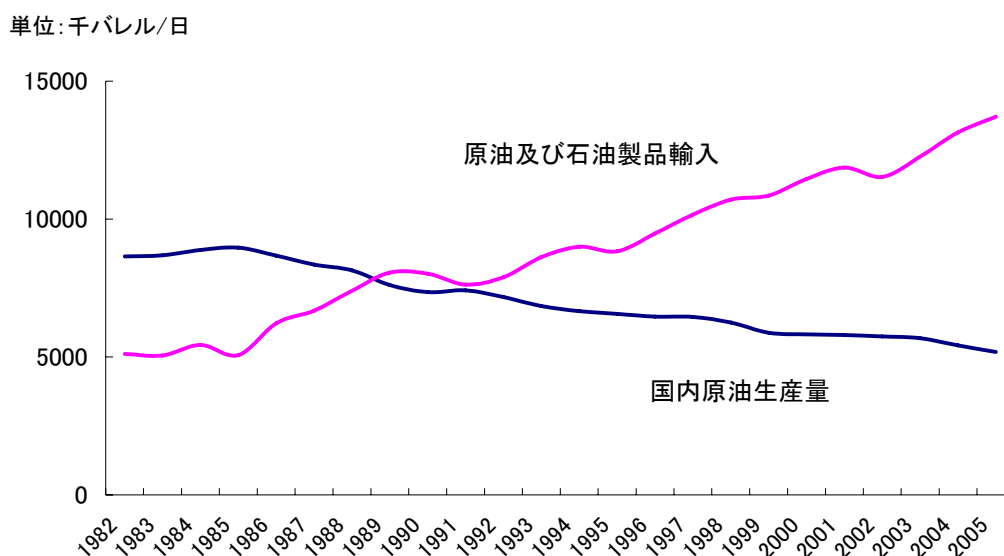
3. エタノール需要の牽引力

エタノール燃料への関心には複数の要素が影響している。そのひとつに、米国の外国産輸入石油依存体質を改善する必要があると考えられていることがあげられる。2007年の一般教書演説でブッシュ大統領は米国のエネルギー安全保障の必要性を説いている。

希望と機会は米国経済活動を維持し、米国の環境を守る安定したエネルギー供給にかかっている。長い間わが国は外国産石油に依存しすぎた。輸入石油依存は敵対国家やテロリストから見てわれわれの弱点となる。石油輸送に大きな混乱を引き起こす、石油価格をつり上げる、などしてわが国の経済に多大な害を与えうるのだ。

現在、米国は石油需要の59%を輸入原油及び石油製品でまかなっている。米国は2006年に平均1,400万バレル/日の原油と石油製品を輸入した。これは毎日VLCC7隻分にあたる。過去数十年に輸入量は大幅に増大した。10年前に米国は平均950万バレル/日を輸入していた。20年前には輸入量は平均620万バレル/日であった。米国の石油製品需要が拡大すると同時に国産原油生産量が減少したために、輸入増に拍車がかかった。現在需要は2,060万バレル/日、国内原油生産量は520万バレル/日であり、基本的に輸入で不足分を埋めている。

図表 9 米国の国内原油生産量と石油輸入量の推移



出典：EIA

第 2 の要素は、大気汚染防止のための排出量削減と環境汚染の抑制である。エタノールをブレンドした燃料は完全燃焼に近く、排出ガスが少ない。RFA が引用している研究によればガソリンに 10% のエタノールをブレンドすることにより、粒子状物質排出量を 50%、一酸化炭素排出量を最大 30%、有害物質含有量を最大 13% 減らすことができる。

しかしながら、エタノールによる代替がエネルギー自立及び大気汚染の改善に与える影響は不明瞭である。ニューヨーク・タイムズ紙に掲載された記事で Paul Krugman は次のように指摘している。

エタノール生産には隠れたコストがある。比較的楽観的なエネルギー省でさえ、1 ガロンのガソリンをエタノールで置き換えた場合のエネルギー節約量は約 4 分の 1 ガロンにすぎない、としている。なぜならば、トウモロコシ栽培、輸送、エタノール・プラント運転等にエネルギーが消費されるからである。消費されるエネルギーのほとんどが化石燃料を原料としており、エタノールの使用を促進することで一酸化炭素排出量を減らすことになるかどうかは疑問である。

エタノールの利用を駆り立てている第 3 の、そして最も重大な要素はトウモロコシ増産の利益を受ける特定利益団体のロビーイングである。米国の農業団体は常に強力なロビーイストであった。MTBE が環境に悪影響を与える危険性があることを熱心に訴えたのは農業従事者を代表する特定利益団体である。これが効を奏して、オクタン価向上剤として ETBE が唯一の選択肢となったのである。これらの特定利益団体はまた Volumetric Ethanol Excise Tax Credit (容量エタノール物品税控除) 制度の成立に成功している。これは 2004 年に成立したものであり、ガソリンにブレンドされたエタノール 1 ガロンにつき 0.51 ドルの助成金を提供するものである。同じ利益団体がエタノ

ールの燃料利用を促進しており、エタノール生産技術を開発し、助成を提供する連邦プログラムの成立に向けてロビー活動を行っている。結局、エタノール利用拡大の動機の一部（おそらくかなりの部分）は、政府の政策に影響を与え、ガソリン代替燃料としてのエタノールの競争力を強化するため——競争相手にならない程度を減らすためと言った方が正確かもしれない——に助成金を受けようとする特別利益団体によるロビーイングの結果である。

4. エタノール産業を牽引する主要プレーヤー

再生可能燃料協会（RFA）によれば、現在 155 のエタノール生産事業者が存在する。現在のエタノールの生産能力は 54 億ガロンであり、建設中の施設によりさらに 62 億ガロンの生産能力が追加される。運転中、建設中をあわせた総生産能力のうち、農業従事者が所有するプラントが 55 ヶ所で、25 億ガロン、約 21%を占めている。しかし、この数字の裏には現在進行中の重要なトレンドが隠されている。農業従事者がエタノール生産に及ぼす影響力が減少していることである。現在運転中の施設のエタノール生産能力の 34%を農業従事者がコントロールする企業が占めているのに対して、現在建設中の施設の生産能力に占める割合は 11%にすぎない。高収益が得られると見込んで、大型企業がこの部門に参入しているのだ。

米国の最大手エタノール生産企業は Archer Daniels Midland である。ADM はイリノイ州 Decatur に本社を置く株式公開企業であり、創立は 1902 年にさかのぼる。同社は世界最大級の農産物製造加工事業者である。ADM は米国内外で 250 ヶ所をこえる製造加工施設を運転しており、最新の会計年度に 366 億ドルの売上を記録している。これらの施設には 7 つのエタノール生産プラントが含まれており、現在または将来のエタノール生産能力は 13 億ガロンで、業界全体の 11%を占める。この分野で圧倒的な優勢を保っていることから、CNN は最近、「エタノールが新聞の見出しを賑わすかぎり、投資家がトレンドに乗るための最善の方法のひとつとして ADM の名前があがるであろう」とした。

主要なエタノール生産事業者を以下に挙げる。

- VeraSun Energy Corp.——プラント 5 基を運転、建設中。総生産能力 56 万ガロン／年
- US BioEnergy Corp.——プラント 6 基を運転、建設中。総生産能力 50 万ガロン／年
- Hawkey Renewables——総生産能力 22 万ガロン／年のプラント 2 基を運転。10 万ガロン／年の 3 号プラントを建設中
- ASAlliances Biofuels——10 万ガロン／年のエタノールプラント 3 基を建設中
- The Andersons——55,000 ガロン／年のプラント 1 基が稼動中。22 万ガロン／年のプラント 2 基を建設中

- Tale & Lyle——67,000 ガロン／年のプラント 1 基が稼動中。第 2 プラントと第 1 プラント拡張でさらに 143,000 ガロン／年の能力拡大
- Aventine Renewable Energy——エタノールプラント 2 基、総生産能力 207,000 ガロン／年
- Abengoa Bioenergy Corp.——総生産能力 11 万ガロン／年のプラント 3 基が稼動中。88,000 ガロン／年の第 4 プラントを建設中
- Global Eternol——95,000 ガロン／年のプラント 1 基が運転中、さらに 57,000 ガロン／年の第 2 プラントを建設中。
- Renew Energy——生産能力 13 万ガロン／年のプラント 1 基を建設中
- Arkalon Energy——生産能力 11 万ガロン／年のプラント 1 基を建設中
- CassCo Amazing Energy——生産能力 11 万ガロン／年のプラント 1 基を建設中
- Golden Grain Energy——生産能力 11 万ガロン／年のプラント 1 基を運転
- Platinum Ethanol——生産能力 11 万ガロン／年のプラント 1 基を建設中
- Southwest Iowa Renewable Energy——生産能力 11 万ガロン／年のプラント 1 基を建設中
- Cascade Grain——108,000 ガロン／年のプラント 1 基を建設中。

付録 1 に現在米国で運転中または建設中のエタノールプラントの所在地と、エタノール生産用原料、生産能力をまとめた。

エタノール産業の発展を促進するために様々なロビー団体が組織されている。エタノール燃料産業の主要ロビー団体のひとつが再生可能燃料協会（RFA）である。同協会のミッションは「燃料エタノールの生産と利用の増加につながる政策、規則、研究開発イニシアティブを促進する」ことである。RFA の会員にはエタノール燃料部門の主要企業のほとんどが名を連ねている。他の重要な業界団体は米国エタノール連盟（American Coalition on Ethanol）であり、「米国エタノール業界の世論」と自称している。ACE は 47 州に 1,200 以上の会員を抱えると主張している。同連盟のミッションは「エタノール生産と利用の増加を促進する」ことである。第 3 のロビー団体は米国トウモロコシ栽培者協会（National Corn Growers Association）である。同協会は「会費を納めている会員は 48 州で 32,300」としている。同協会のミッションは「トウモロコシ栽培者の機会を創出し拡大する」ことであり、それには「議員と協力してエタノール需要を増やす」ことが含まれている。

5. エタノール利用についての米国政府の姿勢

過去 30 年間に代替燃料としてのエタノールの利用を促進する様々な法律が成立している。1978 年エネルギー税法はエタノールを 10%ブレンドしたガソリン（Gasohol）に対して連邦ガソリン物品税を 1 ガロンあたり 0.04 ドル減額することによりガソリンのエタノール混合を奨励した。これはエタノール 1 ガロンあたり 0.40 ドルの助成金に相

当する。1980年にはエネルギー安全保障法により小型エタノール・プラントの建設に対し政府が融資保証を提供した。同年、議会は輸入を抑制し国内エタノール生産者を保護するために外国産エタノールに輸入関税をかけた。

1980年代には様々なインセンティブ税制によりエタノール助成率が変化している。1983年の陸路輸送支援法によりエタノールに対する助成は1ガロンあたり0.50ドルに引き上げられた。1年後に1984年税制改革法で助成は再び1ガロンあたり0.60ドルに引き上げられた。その後1990年の包括予算調整法でエタノール助成率は1ガロンあたり0.54ドルに引き下げられた。

1992年エネルギー政策法（EPACT）で特定の政府車両にE85で走行できる車両の購入を開始することが義務づけられた。同年、修正大気汚染防止法（クリーン・エア法）により、一酸化炭素の排出が特に深刻な問題となっている39の主要地域において冬季に含酸素燃料の使用が義務づけられた。1995年に環境保護庁（EPA）はスモッグの発生が著しい都市地域で改質ガソリンの使用を義務づけた。また1990年代の半ばに、複数の州が地元のエタノール生産者が事業を継続できるように助成プログラムを開始し、自動車メーカーはE85燃料で走行可能なフレキシブル燃料車の大量生産を開始した。

1998年にエタノール助成は2005年まで延長されたが、助成額は7年間に0.54ドルから0.51ドルに徐々に引き下げられた。2004年に米国雇用創出法により、Volumetric Ethanol Excise Tax Credit（容量エタノール物品税控除）制度が成立し、エタノール1ガロンあたり0.51ドルの減税が2010年まで延長された。VEETCは完成品のブレンド・ガソリンにかかる連邦物品税を減額する物品税控除のかたちとなっている。この物品税控制度では、ガソリン販売者は1ガロンあたり0.184ドルの連邦ガソリン物品税からエタノール1ガロンあたり0.51ドルにエタノール混合率を掛けた金額を差し引くことができる。E10燃料は1ガロンあたり0.051ドルの物品税還付を受けることができ、E-85燃料では1ガロンあたり0.4335ドルの物品税還付となる。この物品税還付は現在も実施されている。

6. 米国のエタノール政策の動向

2007年の年頭にブッシュ大統領は今後10年間にわたり再生可能燃料の利用目標を大幅に増大し、この拡大した目的を達成するための技術に対して連邦政府の支援を提供することを提案した。2007年の一般教書演説でブッシュ大統領は次のように述べた。

エネルギー供給の多様化は米国の国益にとって必要不可欠である。テクノロジーが前進のかぎを握っている。米国における発電の方法を変え続けなければならない。クリーン・コール技術、太陽・風力発電、クリーンで安全な原子力利用を拡大しなければならない。プラグイン・バッテリー車、ハイブリッド車向けのバッテリー技術の研究に力を入れ、クリーン・ディーゼル車やバイオディーゼル燃料の利用を拡大する必

要がある。ウッドチップから草、農業廃棄物まであらゆるものを使ってエタノールを生産する新たな方法への投資を継続しなければならない。

ワシントンの政策と市場の強力な反応のおかげで、我々は大きく前進してきた。そしてさらに飛躍的な前進の可能性を目の前にしている。私は議会に対してこの目標に向かって協力をよびかける。これまでの実績を基盤として、今後 10 年間に米国のガソリン消費を 20% 削減しよう。これにより、現在中東から輸入している石油の 4 分の 3 に相当する輸入量を削減することができる。

この目標達成のためには代替燃料の供給を増やさなければならない。2017 年には再生可能燃料及び代替燃料の使用量を 350 億ガロンにする強制燃料基準を設定する。これは現在の目標の 5 倍近くになる。同時に、軽トラックで行ったのと同様に自動車の燃費基準を改革、近代化する必要がある。そして 2017 年までにはガソリン消費量をさらに年間 85 億ガロン減らす。

大統領が概説したエタノールによる石油製品代替と穏健な省エネ政策はエネルギー自立を達成するには不十分と考える向きも多いことを指摘しなければならない。重要なことは、エタノールが主として欧州及びアジアから輸入されるガソリンの代替であり、政情不安定な地域から輸入される原油の需要を必ずしも大きく減らすわけではない。今後もしも引き続き米国の外国原油依存度は拡大するであろう。エネルギー省は 2030 年まで原油輸入量は年間 1.4% 増加すると予測している。

先述したように、2017 年までに 350 億ガロンという行政府のエタノール消費目標を達成するために十分なトウモロコシの生産能力が米国に存在せず、この目標を達成しようとするればトウモロコシ価格が急騰すると考える向きもある。ワシントン DC の Earth Policy Institute はエタノール原料向けのトウモロコシ需要は米国のトウモロコシ生産能力を大きく上回るとしており、「エタノール精製所の新設許可を一時停止」する必要があると説いている。批判者の間ではエネルギー自立を達成するためには積極的な省エネプログラムで大幅に石油消費量を減らすしか方法はない、という見方が一般的である。

2007 年 12 月には再生可能燃料とエネルギー安全保障の促進を趣意とする 2007 年エネルギー自立・安全保障法が大統領の署名により成立した。同法のタイトル II 「バイオ燃料増産によるエネルギー安全保障」では、バイオ燃料利用基準を 2022 年に 360 億ガロンと設定しており、ブッシュ大統領が 2007 年の一般教書で掲げた 2017 年に 350 億ガロンというバイオ燃料利用基準よりは控えめな数字となっているが、それでも現行水準の約 5 倍である。

同法で特定された 2022 年の再生可能燃料要件のうち、210 億バレル(7,949 万キロリットル)は先進バイオ燃料とされている。

先進バイオ燃料には以下のものが含まれる。

- セルロース、ヘミセルロース、リグニンを原料とするエタノール
- 砂糖、またはコーンスターチ以外の澱粉を原料とするエタノール
- 作物残渣、その他の植物性廃棄物、動物性廃棄物、生ゴミ、庭ゴミを原料とするエタノール
- バイオマス・ディーゼル
- 再生可能なバイオマスに含まれる有機物の変質により発生するバイオガス（埋立地ガス、下水処理ガスを含む）
- 再生可能なバイオマスに含まれる有機物の変質により発生するブタノールをはじめとするその他のアルコール
- セルロース系バイオマスから抽出されたその他の燃料

2022年には210億ガロン（7,949万キロリットル）の先進バイオ燃料のうち160億ガロン（6,056万キロリットル）をセルロース系バイオ燃料²とすることが目標として定められており、穀物を原料としないバイオ燃料への移行に重点が置かれてたものとなっている。

最後に、輸入エタノールに対して1ガロンあたり0.54ドルの関税が掛けられており、少なくとも2009年1月1日までこれが有効である。これは前議会で2006年12月に包括税制法が可決された結果であり、2007年10月1日に失効する予定であった輸入エタノール関税が同法により延長されたものである。この輸入関税の目的は米国エタノール生産者向けに市場を保護するためにエタノール輸入を抑制することにある。一方、ブラジルは今後4年間にエタノール生産量を40%拡大するために82億ドルを投資することを最近決定した。米国でエタノールが石油代替燃料として必要と考えられていること、トウモロコシの価格上昇、エタノールの生産を拡大するブラジルの決定で、今議会では2009年以降も輸入関税を継続するかどうか争われるであろう。

² 「セルロース系バイオ燃料」とは、再生可能なバイオマスから得られるセルロース、ヘミセルロース、リグニンから抽出され、ライフサイクル温室ガス排出量がベースラインの温室ガス排出量よりも少なくとも60%少ない再生可能燃料を指す。

第 2 部 世界のエタノール事情

1. 世界のエタノール生産と消費

世界のエタノール生産量は現在約 135 億ガロン（5,110 万キロリットル）と推定されている。この数字には全てのグレード（医療用、飲料用、工業用、燃料）のエタノールが含まれている。過去 3 年間に世界のエタノール生産量は 25%増加した。エタノール生産量は今後も急速に増加すると考えられているが、エタノール生産の副次的な影響に関して論議が高まっていることから、今後の成長に影響を及ぼす可能性がある。

1.1 現在の生産パターン

エタノール生産は比較的少数の国に集中しており、2006 年には世界の総生産量の 69%を米国とブラジルの 2 カ国が占め、5 カ国が世界のエタノール総生産量の 82%を占めている。図表 10 は 2006 年のエタノール生産量上位 25 カ国であり、これらの国々が総生産量の 99%以上を占めている。

図表 10 世界の年間エタノール生産量

(100 万ガロン)

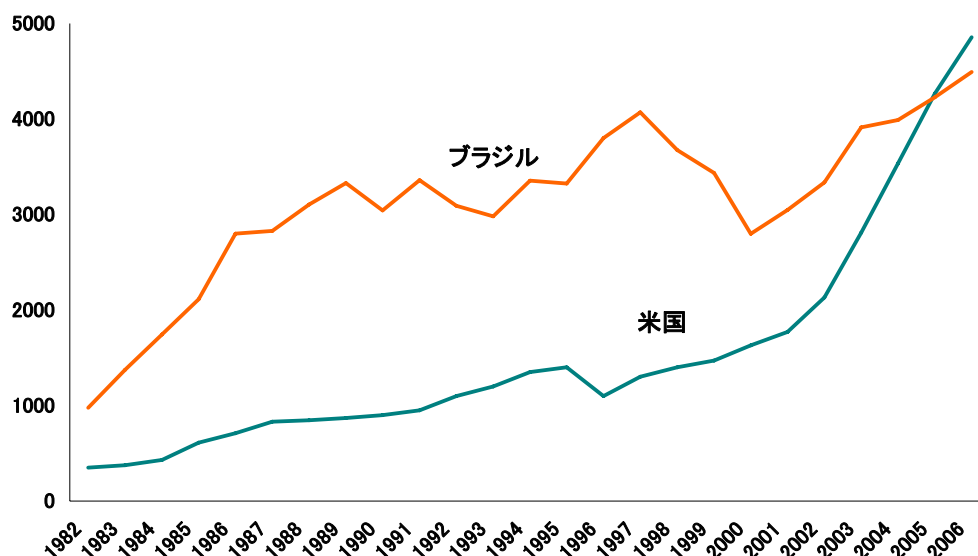
国	2004	2005	2006	国	2004	2005	2006
米国	3,535	4,264	4,855	サウジアラビア	79	32	52
ブラジル	3,989	4,227	4,491	インドネシア	44	45	45
中国	964	1,004	1,017	アルゼンチン	42	44	45
インド	462	449	502	イタリア	40	40	43
フランス	219	240	251	オーストラリア	33	33	39
ドイツ	71	114	202	日本	31	30	30
ロシア	198	198	171	スウェーデン	26	29	30
カナダ	61	61	153	パキスタン	26	24	24
スペイン	79	93	122	フィリピン	22	22	22
南アフリカ	110	103	102	ガテマラ	17	17	21
タイ	74	79	93	韓国	22	17	16
英国	106	92	74	その他	401	770	952
ウクライナ	66	65	71				
ポーランド	53	58	66	合計	10,770	12,150	13,489

出典：F.O. Licht

2 大生産国であるブラジルと米国のエタノール生産量は過去 25 年間に大幅に増加した。図表 11 に示すように、ブラジルのエタノール生産量は 1982 年の 10 億ガロン（378.5 万キロリットル）弱から 2006 年に約 45 億ガロン（1,703 万キロリットル）へと 4 倍以上増加している。米国のエタノール生産量はさらに急速に増加しており、特に過去 5 年間の成長は著しい。2002 年以来米国のエタノール生産量は 2 倍以上に拡大している。

図表 11 ブラジルと米国における年間エタノール生産量の推移

(100 万ガロン)



出典：Earth Policy Institute

それぞれのエタノール生産国について、使用原料とエタノール生産に影響を与えている政策について「各国のエタノール生産概要」として以下にまとめた。中南米のエタノール精製所の主要原材料はサトウキビであり、北米の精製所の主要原材料はトウモロコシである。他の地域については、中国ではトウモロコシと小麦、インドではサトウキビ、EU では穀類、テンサイ、南アフリカではトウモロコシとサトウキビが原材料として使用されている。

エタノールの燃料添加物としての利用を奨励する各国の政策がエタノール生産に大きな影響を与えている事実が浮かび上がる。エタノール添加の義務付けは国内に専属市場を生み出しており、その他にエタノール生産を奨励するための様々な政府助成やインセンティブが存在する。

各国のエタノール生産概要³

中南米

ブラジル —— サトウキビ

ブラジル政府は 1970 年代半ばに全国燃料アルコールプログラムを開始した。ブラジルの自動車燃料の 30%以上が現在ではサトウキビを原料とするエタノールから得られている。ブラジル政府は最近大規模なエタノール増産奨励策を発表し、エタノール輸出インフラ整備を行っている。

³ 出典： Earth Policy Institute, Ethanol's Potential, June 2005; USDA Foreign Agricultural Service GAIN Reports その他の業界出版物、企業プレスリリースからの情報をまとめたもの。

ペルー —— サトウキビ

2002年にペルー政府は最大20のエタノール精製所を建設し、内陸部から Bajovar 港までエタノール・パイプラインを敷設する計画を発表した。同計画は2010年までに3億ガロン(1,136,000キロリットル)のエタノールを輸出することとしている。ドイツの MAN Ferrostaal がピウラの新エタノール・プラントに1億ドルを投資することになっている。

コロンビア —— サトウキビ

2005年以来人口50万人を超える都市では燃料の10%にエタノール使用が義務付けられている。エタノール生産を奨励する優遇税制や政府プロジェクトが実施されている。現在5つのプラントが稼働しており、2009年の運転開始に向けてさらに3ヶ所のフィージビリティ研究が実施された。

中米 —— サトウキビ

中米諸国は2010年に1億3,000万ガロン(492,100キロリットル)を超えるエタノールを生産する計画である。これは、エタノール10%混合ガソリンの義務付けに充分対応できる量である。中米諸国はCBI(カリブ海諸国経済復興)によりエタノール混合燃料を米国に非関税で輸出することができる。

北米

米国 —— トウモロコシ

第1部で詳説したとおりエネルギー自立政策の一環としてエタノール利用を奨励する政府イニシアティブが進行中である。トウモロコシ生産者によりエタノール燃料使用を促進する積極的なロビー活動が展開されている。米国のエタノール生産部門では150以上の企業が事業を行っている。輸入エタノールには関税がかけられており、米国の生産者を保護している。

カナダ —— トウモロコシ、小麦、大麦

全国バイオマス・エタノール・プログラム(National Biomass Ethanol Program)によりエタノール生産者に融資保証が提供されている。少なくとも6つのエタノール・プラントが建設中であり、それらの生産能力は2億ガロン(757,100キロリットル)となる。カナダはガソリンの35%をE10ブレンドで置き換えることを義務付けており、年間3億5,000万ガロン(132,5000キロリットル)のエタノール生産が必要となる。エタノール部分に関してガソリン消費税の減額措置が取られている。

ヨーロッパ

EU —— 穀物、テンサイ

強制力のないEC指令により、EU諸国は2010年に自動車燃料需要の5.75%をバイオ燃料とするよう求められている。長期的な目標では、2015年までに8%、2030年までに25%をバイオ燃料とすることが求められている。EU加盟国はバイオ燃料を石油製品税の対象から除外することができる。

アジア太平洋諸国

中国 —— 小麦、トウモロコシ、サツマイモ、キャッサバ

2001年以降、5つの都市でエタノールをベースとする燃料が試験的に奨励されている。Jilin Tianhe エタノール精製所は世界最大のプラントであり、年間 2 億 5,000 万ガロン（946,300 キロリットル）を生産し、生産能力は 3 億 2,000 万ガロン（1,211,000 キロリットル）である。しかし、トウモロコシ価格が高騰したことから、最近中国政府はトウモロコシをはじめとする基本的な食用作物を原料とするエタノール燃料生産プロジェクトを一時停止する措置を取っている。

インド —— サトウキビ

2003 年以来 9 つの州で E5（ガソリンに 5%のバイオエタノールを混合した燃料）の使用が義務付けられており、エタノールに消費税免税措置が取られている。2008 年 10 月にはエタノール混合率が E10（10%混合）に引き上げられるかもしれない。インド政府はサトウキビを原料としたエタノール生産を積極的に促進している。現在約 300 ヶ所の精製所でエタノールが生産されている。

日本 —— 食品廃棄物、木材、サトウキビ、糖蜜（研究中）

京都議定書の取り決めに従うために、予備計画では 2010 年までに運輸部門で化石燃料を 50 万キロリットルのエタノールで代替することとしている。混合要件に必要とされるエタノール需要の大部分を満たすためには輸入が必要となる。エタノール混合燃料には税制優遇措置が取られている。

タイ —— カッサバ、サトウキビ、米

タイはカッサバを原料としたエタノールの試験プラントを保有しており、政府は 2008 年末までに 12 の本格的なプラントを建設することを計画している。タイ政府は 2007 年から 10%のエタノール混合を義務付けている。エタノール生産者は複数の優遇税制措置を受けている。

オーストラリア —— 穀物、サトウキビ、ソルガム

2000 年以来、オーストラリア政府はエタノール生産に一連の免税、助成措置を提供している。これには、2011 年まで国産エタノールに消費税を免除する措置が含まれている。最大 10%の自主的なエタノール混合が行われている。2010 年までに総燃料供給の 1%をエタノールでまかなうことが目標である。

アフリカ

南アフリカ —— トウモロコシ、サトウキビ

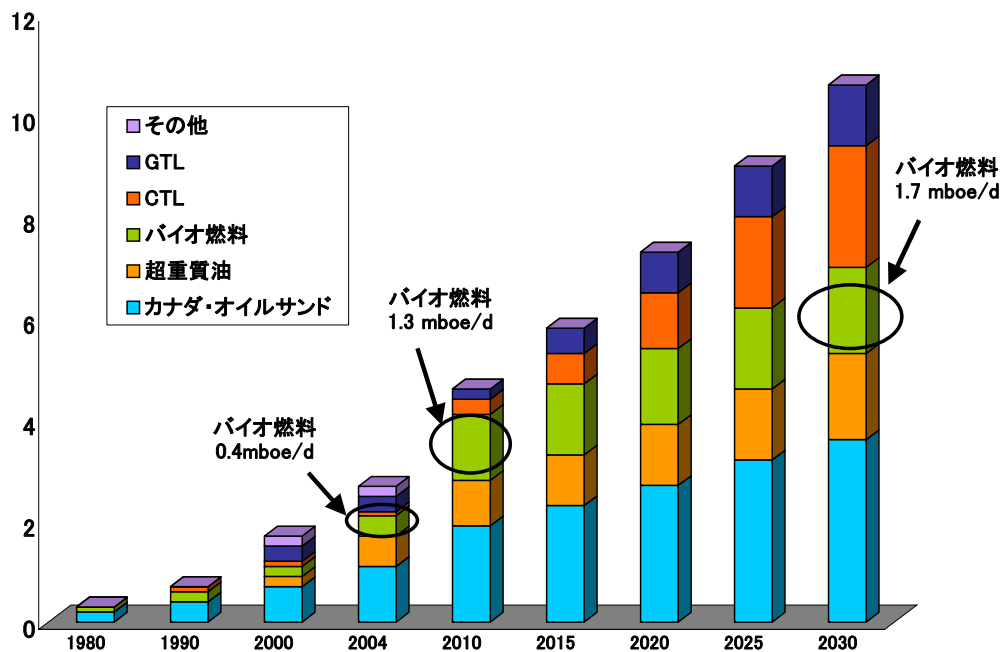
地元のトウモロコシ生産農家のコンソーシアムであるエタノール・アフリカは農作物ベースの原料を使用した 8 つのエタノール・プラントの建設を計画している。その第 1 号は 1,125 トンのトウモロコシから一日に 473,000 リットルのアルコールを生産する能力を有するものとなる。Thyssenkrupp Engineering の子会社である Uhde が第 1 号プラントを建設することになっている。

1.2 世界のエタノール生産と消費予測

将来の世界のエネルギー需要を満たすうえでのエタノールの役割はごく小さいと考えられている。米国エネルギー情報局（EIA）の最近の予測では、2030年に世界の石油及びその他の液体燃料の生産量は1日1億1,800万バレルに達する。これは2004年の液体燃料の生産レベルを42%上回る数字である。2030年の液体燃料総生産量のうち、バイオ燃料を含む非在来型液体燃料の生産量は1,050万バレル（9%）と予測されている。図表12に示すように、EIAは世界のバイオ燃料生産量が2004年の1日40万バレル（石油換算）から2010年には130万バレル、2030年には170万バレルと推定している。この数字によれば、バイオ燃料は2030年における液体燃料総生産量の約1.5%を占めることになる。

図表12 世界の非在来型液体燃料生産

単位 100万バレル(石油換算)/日



注：CTL：コール・ツー・リキッド GTL：ガス・ツー・リキッド

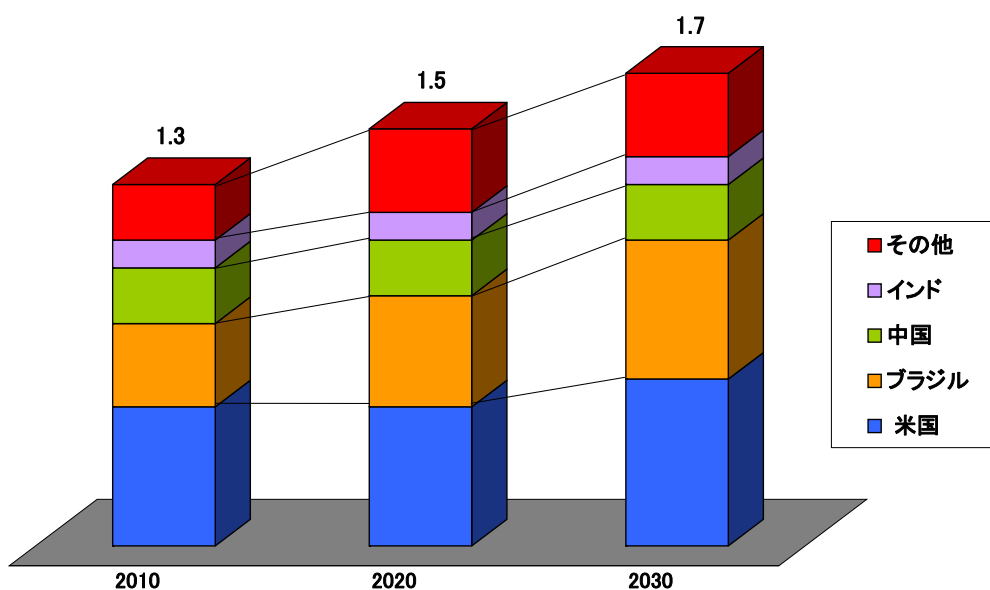
出典：米国エネルギー情報局 *International Energy Outlook 2007*

上のグラフはEIAによる基本ケース予測である。基本ケースでは2030年の平均原油価格を2005年ドル換算で59ドルと想定している。EIAはまた原油価格が高い場合と低い場合について、バイオ燃料生産量を予測している。原油価格が高い場合の予測では、2030年の原油価格を2005年ドル換算で1バレル100ドルと仮定し、バイオ燃料の生産量が1日240万バレルに増加すると予測している。原油価格が低い場合の予測では、2015年に原油価格が1バレル34ドルに下落し、2030年までこのレベルを保つと仮定し、バイオ燃料生産量は2010年に1日120万バレルに成長した後、20年間で110万バレルまで減少すると予測している。

EIA の予測によれば、2030 年に米国とブラジルが世界のエタノール生産量のほぼ 3 分の 2 を占める。米国の生産量は 1 日 60 万バレル（石油換算）となり、ブラジルは 50 万バレルとなる。他の主要生産国は中国とインドとなると予測されている。2030 年に中国とインドのエタノール生産量はあわせて 1 日 30 万バレル（石油換算）と推定されている。

図表 13 生産国別エタノール生産量予測

単位：100 万バレル（石油換算）/日



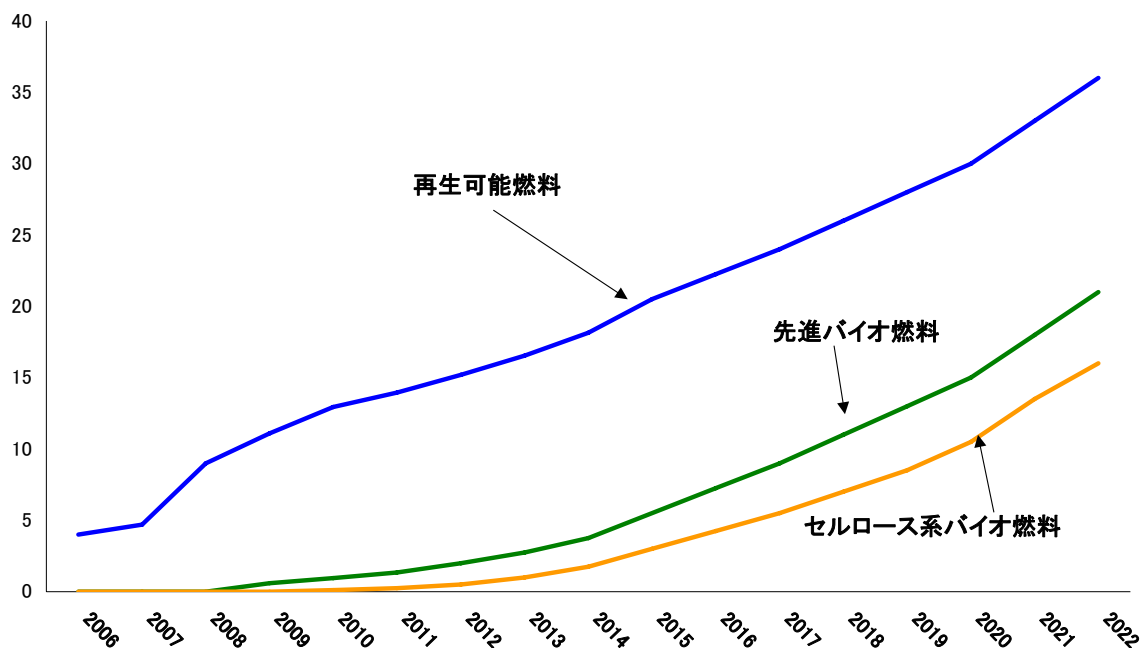
出典：米国エネルギー情報局, *International Energy Outlook 2007*

米国の生産と消費

第 1 部で論じたようにエネルギー自立の観点から、米国はエタノール生産量の拡大に強い関心を示している。2007 年 12 月に再生可能な燃料の生産拡大を要求する包括エネルギー法（2007 年エネルギー自立及び安全保障法）が大統領の署名により成立し、エタノール生産政策は新たな段階に入った。同法は国内の再生可能燃料生産の目標を 2007 年の年間 47 億ガロン（1,779 万キロリットル）から、2022 年には 360 億ガロン（13,630 万キロリットル）へと拡大することを定めている。

図表 14 2007 年エネルギー法に規定された再生可能燃料の生産目標値

単位：10 億ガロン



出典：H.R.6 2007 年エネルギー自立及び安全保障法

米国政府が出資する大学研究所コンソーシアムである食品農業政策研究所（Food and Agricultural Policy Research Institute: FAPRI）は、最近米国のエタノール生産の 10 年予測を作成した。FAPRI の生産予測は新エネルギー法で特定された生産目標を下回る。これはおそらく国産エタノール供給を確立することが困難であるという現実的な認識を反映したものである。FAPRI は米国のエタノール生産量は今後数年の間に急速に成長し、その後 2010 年から 2016 年の間はほぼ横ばいに近い形となると予測している。その結果、FAPRI は 2016 年の米国のバイオ燃料生産量を 130 億ガロン（4,921 万キロリットル）——エタノール 126 億ガロン（4,769 万キロリットル）、バイオディーゼル 4 億ガロン（1,514,000 キロリットル）——と予測している。エネルギー法では 2016 年のバイオ燃料生産目標を 222 億 5,000 万ガロン（8,422 万キロリットル）と設定している。

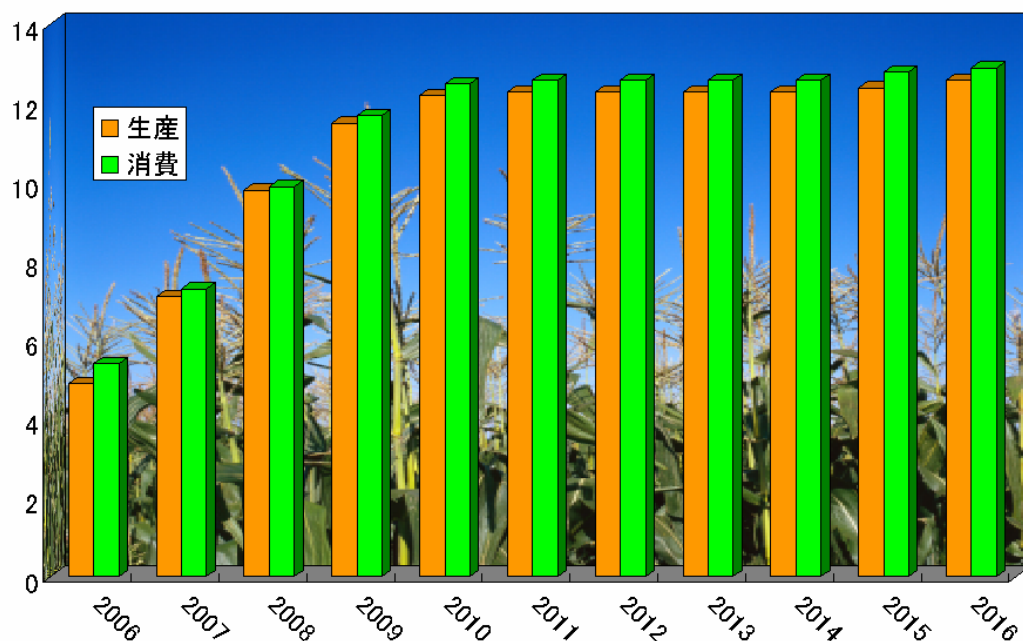
総体的に、FAPRI 予測は米国エタノール生産が 2006 年から 2016 年の間に 158%増加するとしている。この予測は、エタノール生産の大部分が国産のトウモロコシを原料とすると仮定したものである。2016 年にトウモロコシを原料とするエタノールは 126 億ガロン（4,769 万キロリットル）のうち 116 億ガロン（4,391 万キロリットル）である。予測期間にエタノール消費量は生産量を上回り、需給の差を補うために少量の輸入が必要となる。

潜在的市場に対する強い期待を反映して、米国で新たなエタノールプロジェクトに相当な投資が行われた。再生可能燃料協会（Renewable Fuels Association）によれば、2006 年に米国で 15 の新しいバイオ精製所が運転を開始し、11 億ガロンの生産能力が新たに

追加された。さらに 73 のバイオ精製所が建設中であり、既存のプラントの拡張工事 8 件を加えると 2009 年にはさらに 60 億ガロンの生産能力が追加される。

図表 15 米国のエタノール生産・消費量予測

単位：10 億ガロン



出典：FAPRI, 2007 Agricultural Outlook

ブラジルの生産と消費

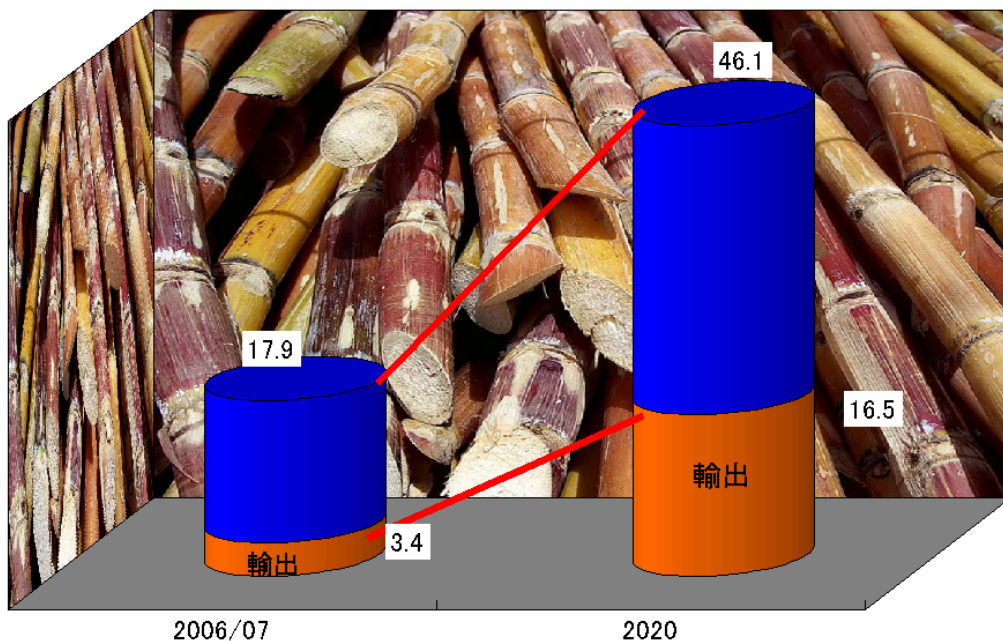
ブラジル石油公社ペトロブラスによれば、ブラジルでは砂糖とエタノールを生産する約 345 の工場が稼動している。2006/07 年にこれらの工場は 4 億 2,800 万トンの破碎サトウキビと 3,070 万トンの砂糖と 1,790 万キロリットルのエタノールを生産した。2020 年には、ペトロブラスは 450 を超える工場がブラジル国内で稼動し、8 億 6,000 万トンの破碎サトウキビと 5,180 万トンの砂糖、4,610 万キロリットルのエタノールを生産すると予測している。エタノールの増産分は国内外の市場に供給される。ペトロブラスはブラジル国内のエタノール利用は 2006 年の 1,250 万キロリットルから 2020 年には 2,960 万キロリットルに成長すると予測している。ペトロブラスは同時期にエタノール輸出量が 340 万キロリットルから 1,650 万キロリットルと約 400%増加すると予測している点が注目される。

これらの生産目標を満たすために、ペトロブラスは 2012 年までにエタノールの生産、貯蔵、輸送に 34 億ドルを投資する計画を発表した。これには、サトウキビを原料とする 5 つのバイオエネルギー・コンプレックス (Cbios) の建設計画が含まれている。それぞれのプラント建設コストは約 2 億ドルから 2 億 5,000 ドルであり、年間エタノール生産能力は 18 万キロリットルとなる。ペトロブラスは、ペトロブラスと三井物産がこ

これらのプラントの 30~40%の合同権益を保有するとしている。CBios プラントから日本への最初のエタノール出荷は 2010 年に予定されている。

図表 16 ブラジルにおけるエタノール生産拡大計画

単位：10 億リットル



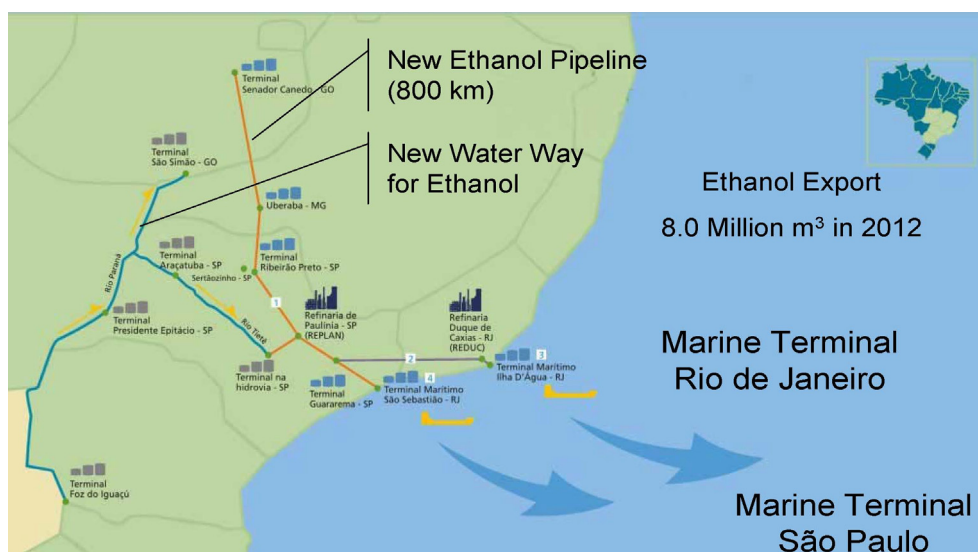
出所：ペトロブラス

ブラジルと日本間のエタノール関連の動きはこの他にも存在する。最近、日本アルコール販売とペトロブラスの合弁会社としてブラジル-日本エタノール社が設立された。この新会社は日本でブラジル産エタノールの独占販売権を保有している。工業グレード及び飲料グレードのエタノールの最初の 73 キロリットルは 2007 年 6 月に神戸に到着した。ペトロブラスは日本の潜在的エタノール市場を年間約 30 万キロリットルと推定している。別の合弁事業でペトロブラスは 2007 年 6 月に伊藤忠商事とブラジルの Canal do Sartao 地域において、サトウキビと油脂植物からエタノールを生産する可能性を評価するための MOU を締結した。ペトロブラスによれば、長期的には年間 300 万キロリットルのエタノールを対日輸出用に開発することを計画している。

バミューダを拠点とする投資会社である Infinity Bio-Energy はブラジルのエタノール生産に 7 億ドルを投資することを約束している。同社は 2006 年 3 月からすでに 2 億 6,000 万ドルを投資し、年間 3 億リットルのエタノール生産能力を有する砂糖/エタノール生産工場 3 ヶ所を購入している。同社は 7 億ドルの残りをさらに 10 ヶ所の工場に投資する計画である。同社は 2009 年に 100 万キロリットルのエタノール生産能力を確保することを予定しており、その大部分が輸出用とされている。

将来のエタノール計画の主要な要素としてペトロブラスはエタノールを Goias 州から輸出用のマリン・ターナルに送る 800km のエタノール・パイプライン網を敷設することを計画している。第一のパイプラインは Goias から Sao Sebastiao 港のマリン・ターナルまで、第二のパイプラインは Goias から Paranagua 港のマリン・ターナルまで敷設される予定である。ペトロブラスはこの 2 つのエタノール・パイプラインの建設に 16 億ドルの設備投資が必要と推定している⁴。エタノール輸出に向けて水路の開発も計画されている。新パイプラインと水路輸送ネットワークは 2012 年までに 800 万キロリットルのエタノール輸出能力を提供するとされている。

図表 17 ブラジルのエタノール・パイプラインと水路輸送システム計画



出典：Petrobras, *Petrobras and Ethanol – Perspectives from a Brazilian Oil Company*

中国の生産と消費

中国は 2006 年までは専ら国内市場向けにエタノールを生産していたが、2006 年になってエタノール輸出国として浮上した。エタノール輸出に関する公式な記録は入手できないが、2006 年に中国は 50 万トン以上、おそらく 90 万トン近くのエタノールを輸出したと報じられている。エタノールの大部分は直接または間接的に米国に輸出された。一部はカリブ海諸国で脱水処理され無水エタノールとして米国に入っている。

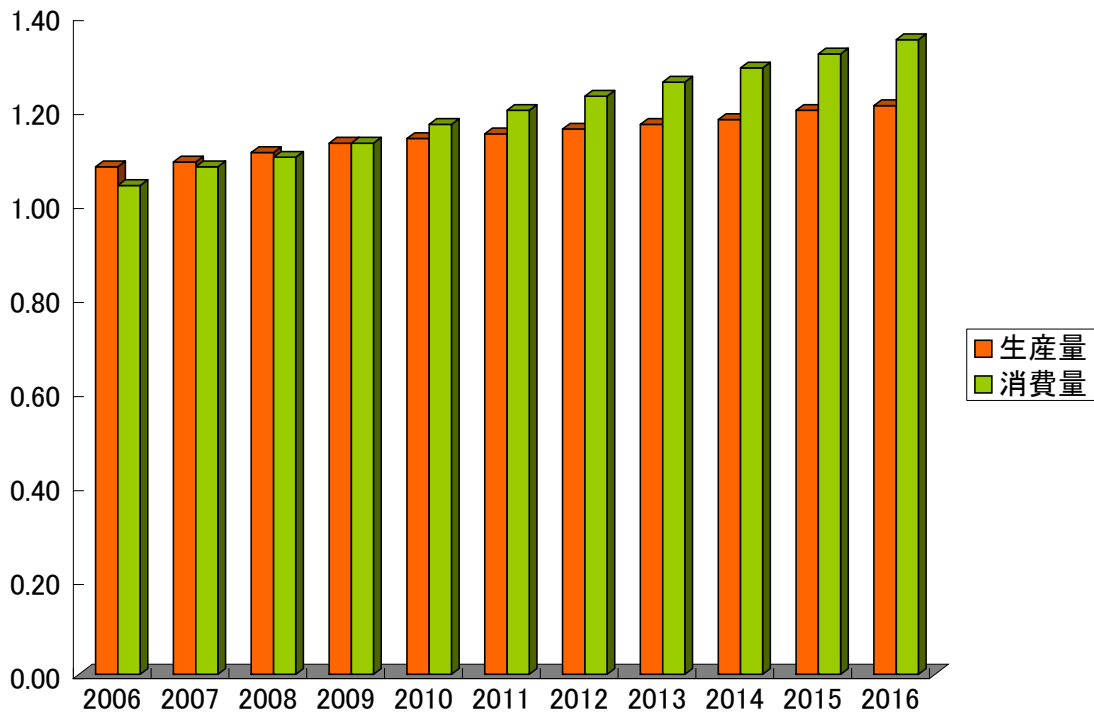
輸出機会の結果、エタノール生産工場、特に輸出部門に焦点を当てた工場の数が中国で急増したと報じられている。北京ベースのある貿易業者は、2006 年第 3 四半期には「数千の生産者」が存在すると推定している⁵。

⁴ ペトロブラスが発表している投資額は、プロジェクト総コストについて 11 億から 16 億ドルとばらつきがある。ペトロブラスの役員会で承認された最初の 2 段階だけで、予算は 2 億 1,000 万ドルとされている。

⁵ *International Herald Tribune*, “China Emerges as Major Ethanol Exporter”, 5 September 2006

図表 18 中国のエタノール生産・消費量予測

単位：10 億ガロン



出典：FAPRI, 2007 Agricultural Outlook

FAPRI の予測によれば、中国のエタノール生産は今後 10 年間に極めて緩やかに成長すると考えられる。生産量は 2006 年の 10 億 8,000 万ガロン（408.8 万キロリットル）から、2016 年には 12 億 1,000 万ガロン（458 万キロリットル）へと 12% 増加すると予測されている。トウモロコシがエタノール生産の基本的な原料となるであろう。生産が増加したとしても、国産エタノールは地元の市場の需要を満たすのに充分ではないであろう。

しかし、最近の中国の状況の展開に照らして、FAPRI の予測は幾分楽観的と言える。トウモロコシの価格上昇により、政府はトウモロコシその他の基本的な食糧作物を原料としたエタノール燃料の生産を一時停止させる措置を取った。後に論じるように、中国のある政府委員会は最近 2010 年のエタノール生産目標を 60% カットしている。エタノール生産の将来の成長が制限されることにより、消費と国内エタノール生産量とのギャップが広がり、エタノール輸入の必要性が高まることは明らかである。

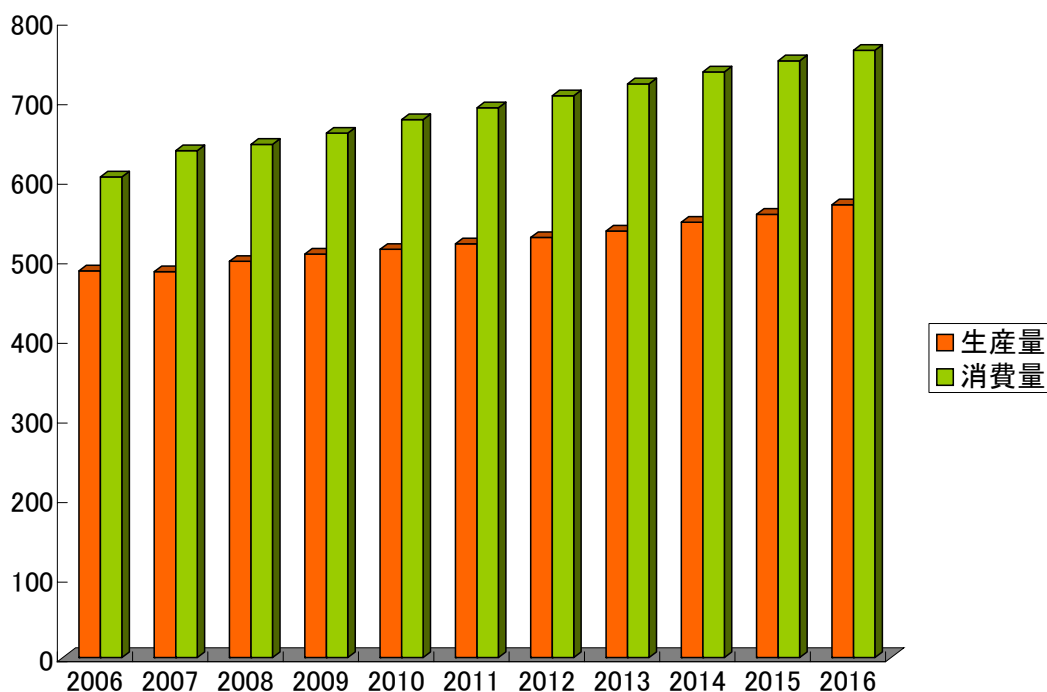
インドの生産と消費

現在インドでは約 300 の精製所でエタノールが生産されているが、そのほとんどは年間生産能力 300 キロリットル未満の小規模な工場である。大部分は Uttar Pradesh、Maharashtra、Tamil Nadu といった砂糖生産州にある。PRAJ Industries が現在インドのエタノール生産プラントの 70% を支配している。

将来の需要を満たすために、インド政府は国内におけるエタノール生産の確立を奨励してきた。最近 100 以上の精製所が工場を改造し、エタノール生産を拡大している。しかし 2006/07 年の燃料混合用エタノール生産量はエタノール混合率を 5%から 10%に拡大するという目標を達成するために必要とされる供給量に到底及ばなかった。問題のひとつはインドにおけるアルコール製造を規制している規則や規制である。新たに創設されたエタノール・インターナショナル社 (Ethanol International Ltd.) は 20 のエタノール生産プラントを新たに建設する計画を発表した。この新しいベンチャーがエタノール生産を制限してきた障害を克服することができるかどうかは、現時点ではまだ不明である。

図表 19 インドのエタノール生産・消費量予測

単位：10 億ガロン



出典：FAPRI, 2007 Agricultural Outlook

FAPRIによれば、インドにおけるエタノール生産は今後 10 年間に 17%拡大すると予測されている。国内生産の比較的緩やかな成長では、消費の拡大に追いつくには不十分であり、インドは需給のギャップを満たすために輸入に頼る必要が生じるであろう。FAPRIは、拡大する国内需要を満たすために 2006 年から 2016 年の間にインドは輸入量を 1 億 1,800 万ガロン (446,700 キロリットル) から 1 億 9,500 万ガロン (738,100 キロリットル) に拡大する必要があるとしている。

1.3 将来のエタノール生産に影響を与える問題

エタノール生産はその原料作物を食料供給と奪い合うことになる。そのため、エタノールの原料としての作物の利用が拡大することで、トウモロコシをはじめとする農作物が不足し、食料の価格が大幅に上昇することを懸念する声が高まっている。その結果、燃料生産に作物ベースの原料を使用することを巡って議論が高まっており、将来のエタノール・プロジェクトの抑制力となる可能性が充分にある。

米国の国内問題

米国では、トウモロコシをはじめとする穀類の価格が高騰しており、米国エタノール連盟 (American Coalition for Ethanol) の言葉を借りれば、「エタノール産業の成長に対する天然のバリア」を創り出している。トウモロコシを原料とする家畜用飼料の価格は 2005 年以来 60% 上昇した。ウォールストリート・ジャーナル紙の記事によれば、今年、消費者は食料品やレストランでの外食に支払う金額は 4.5% 増となると予測されており、少なくとも価格上昇の一部はトウモロコシ価格の上昇にある。ワシントンのエタノール・ロビーイング団体である再生可能燃料協会 (Renewable Fuels Association) は、当然のことながら食料品や外食コストの上昇をエタノール需要が原因とすることに反論している。しかし、米国農務長官は同報道で、「エタノール需要は食料価格のインフレに影響を与えている」と述べたと引用されている。

ウォールストリート・ジャーナル紙によれば、エタノールに好意的であった業界団体が「次第に距離を置き始めている。」同記事は、エタノールの燃料としてのプラス面よりもトウモロコシの価格上昇のマイナス面が上回ることを懸念する声が高まっているとしている。同記事は食料品製造業者協会 (Grocery Manufacturers Association) の会長が「多くの政治家がエタノールに誘惑された」と述べたと引用した。同会長は現在はエタノールに対する連邦支援の拡大に反対している。

批評家が指摘するように、エタノール生産のプラス面に関して技術的に多くの問題点が残されている。コーネル大学のエコロジー教授である David Pinental は、メイン州オーガニック農家及び園芸家協会 (Maine Organic Farmers and Gardeners Association) に向けた講演で、「1 ガロンのエタノールを生産するためには、実際に得られるエネルギーよりも石油に換算して 30% 増のエネルギーを必要とし、多くの深刻な環境問題を引き起こす。1 ガロンのエタノールを生産するためには 1,700 ガロンの水が必要である」と述べている。持続可能な開発に関する OECD ラウンドテーブルの元委員長であるサイモン・アプトン氏は、「バイオ燃料はこれまでのところ特効薬とは言いがたく、もっと徹底した検討を行わずして、このようなすばらしい資源を窮地に追いつめることを許すことはできない」と述べた。オゾン層破壊の専門家である Paul Crutzen は「米国及びヨーロッパにおける集中的なバイオ燃料開発は、それらが取って代わろうとしている化石燃料よりも 70% 大きな温室効果をもたらす」としている。ある環境保護団体連盟は、米国下院議長へ宛てた書簡で、「トウモロコシの栽培にはしばしば窒素化学肥料が大量に利用される。これは水源を汚染し、すでにメキシコ湾の酸欠海域の大きな原因となっ

ている。加えて、トウモロコシがエタノールに加工される過程で、米国の農業地帯における水源の枯渇が深刻化するであろう」としている。

トウモロコシを原料とするエタノールから恩恵を受ける可能性のある農家のなかでさえエタノール・プラントの新設に対する抵抗が強まっている。LNGターミナルに対する反対と同様に、誰も精製所を近所に建設されたくないのだ。エタノール・プラントから発生する臭気、排気、騒音、その他の問題に対して不満を訴えている。提案されているプラントの中には反対派の訴訟により建設が遅れているものもあり、なかにはプロジェクトがキャンセルされたものもある。再生可能燃料協会のスポークスマンは、11月の半ばに「エタノール産業の成長を減速し、できれば停止させようとする運動がある。我々のメッセージを伝えるためには、反対派の一斉射撃をくぐりぬけなければならない」と述べたと引用されている⁶。

同様にトウモロコシのかわりにセルロースを原料とする大規模なエタノール生産を目標とするのは非現実的であるとの懸念も引き続き存在する。エタノール使用を義務付ける法律の制定に反対する業界団体である MGV アメリカは、「現在、米国で運転されている商業規模のセルロース・バイオ燃料プラントは存在しない。年間 180 億ガロン(6,814 万キロリットル)の燃料を生産することのできる産業が今後わずか 15 年間で発展すると考えるのは非現実的である」と指摘している。

このようにエタノールに関する論議が高まっているために、アナリストはエタノール生産の成長が急激に低落することを懸念している。あるエタノール上級アナリストは「エタノール・ブームの終焉は間近に迫っている。もしかすると既に終焉したかもしれない。投資家にとっては危険な時である」と述べている。別のアナリストは「今後 12 ヶ月にわたってエタノールの供給量が拡大するに従い、供給先を探すのが難題となってくる。エタノール供給過剰はすでに始まっている」と述べた。ある主要エネルギー・リサーチ会社のディレクターは、「エタノール生産量の増加の影に潜むその他の意図せぬ結果と合わさった場合、市場の問題点がさらに悪化する可能性がある」と述べている⁷。

国際的な論議

エタノールに関する論議は米国内に限られたものではない。多くの国際機関がエタノール論争に巻き込まれている。ある国連エネルギー専門家は最近、食料作物をバイオ燃料の原料とすることは「人道に反する罪」であると主張した。この主張は当然のことながら米国トウモロコシ栽培農家協会 (National Corn Growers Association) から「この専門家は即刻辞任すべきである」⁸という強い反発を招いた。国連食糧農業機関 (FAO)

⁶ *New York Times*, “In Farm Belt, Ethanol Plants Hit Resistance”, 13 November 2007.

⁷ *New York Times*, “Ethanol’s Boom Stalling as Glut Depresses Price”, 30 September 2007.

⁸ NCGA press release, “Outraged at Irresponsible Statements on Biofuels”, 30 October 2007.

はバイオ燃料の需要増が農産物市場に根本的な変化を引き起こしており、多くの農産物の価格の上昇を招きかねないと述べている。FAOの代表は、世界の食糧価格の上昇は開発途上国で社会不安を引き起こす危険性があると警告している。今年に入ってエタノールはメキシコで輸入トウモロコシ価格上昇の理由として挙げられ、大規模なデモのきっかけとなった。OECDはエタノール生産が食糧コストをつりあげ、自然の生息環境を脅かし、その他の環境上のコストを強いているとして、各国にエタノール生産助成の廃止を呼びかけている⁹。

中国では、トウモロコシの価格上昇とインフレの懸念により、政府が作物を原料としたエタノール・プラントの新規建設を一時停止する命令を出した。中国国家発展改革委員会（NDRC）は2007年7月に中国の燃料エタノール生産の2010年目標を年間500万トンから200万トンに下方修正した。NDRCの当局者は、「急速かつ盲目的なトウモロコシ加工産業の拡張がわが国の穀類安全保障に一連のネガティブな影響を与えることを政府の指導者は懸念している」と述べた。プラント建設の一時停止措置だけでなく、中国政府は今後5年間に160万トン分の旧式のエタノール生産能力を段階的に撤去する意図である。

ブラジルでは、エタノール生産拡大に対する関心は依然として高い。しかし、エタノール生産がアマゾン熱帯雨林に及ぼすリスクに関して環境保護上の問題が提起されている。国連環境プログラム（UNEP）の代表は最近、アマゾンを保護するためにエタノール生産拡大を制限する必要があるとの懸念を表明した。グリーンピースもエタノール生産がアマゾンの環境を破壊しているとの懸念を表明している。ブラジルでは最近カンポス堆積盆で大型の油田が発見され、石油換算で50~80億バレルの埋蔵量があるとされており、ブラジルにおけるエタノール生産への関心に影響が出るかもしれない。ブラジル政府は依然としてエタノール生産に投資する政策に変更はないと主張しているが、多くのアナリストは今回の大型油田の発見によりエタノール・プロジェクトへの関心は希薄化すると考えている。また、米国、EUともにエタノール輸入に関税をかけており、ブラジルの輸出が阻まれており、同国の輸出の可能性に影響していることは明白である。その結果、ブラジルがエタノール・プロジェクトへの投資を多少控えることになっても驚くべきことではない。

技術的障壁

代替燃料としてのエタノール利用の義務付けを急ぐあまりに、問題として見落とされている、または少なくとも軽視されているのがエタノールのエネルギー含量である。エタノールのエネルギー密度はガソリンの約3分の2であり、エタノール混合ガソリンの燃費はガソリンよりも低い。また、図表20に示すように、自動車に搭載されている典型的なエンジンは、特定の混合率を超えたエタノールを使用するために大幅な改造が必要である。

⁹ *New York Times*, “The High Costs of Ethanol”, 19 September 2007.

最大 5%のブレンドまでは、大幅な改造なしで使用できるようである。しかし、5%を超えると、特に 10%を超えると、様々な改造が必要となる。自動車メーカーがエタノール利用可能なエンジンの製造に協力しない限り、エタノール燃料の市場は非常に制限されたものとなる。

図表 20 エタノール燃料を使用するために必要な自動車エンジンの改造
(オットーエンジン)

■ 改造不要 ■ 要改造

エタノール含有率	キャブレター	燃料噴射	燃料ポンプ	燃圧調整器	燃料フィルター	添加装置	蒸発システム	燃料タンク	触媒コンバーター	エンジン本体	潤滑油	吸気マニホールド	排気装置	常温始動システム
≤ 5 %														
5-10 %														
10-25 %														
25-85 %														
≥ 85 %														

出典: H. Joseph, Alcohol Fueled Vehicles and Flex Fueled Vehicles – The Ethanol Application as Vehicular Fuel in Brazil, 2005

ニューヨーク・タイムズ紙に引用されたフォード自動車会社の会長のコメントからは自動車業界（少なくとも米国の自動車業界）のこの問題の方向性について、ポジティブな感触は得られない。他の自動車会社と同様に、フォードはガソリン以外の燃料で走行することのできるフレックシブル燃料エンジンの開発を行ってきた。昨年、米国自動車メーカーは燃料が利用可能であることを条件とし、2012年に製造される自動車の50%をフレキシブル燃料仕様とすることを約束した。しかし、フォード会長によればエタノールの導入は遅々として進んでいない。11月の半ばに、彼は業界グループに対してエタノール導入の遅れはフレキシブル燃料車に向かう動きを脅かす可能性がある、と述べた。

一年前には国を挙げてエタノールをプッシュするよう見え、我々は自動車の準備を整えようとした。しかし、我々は常に食糧を原料とするエタノールは解決策にはならないと知っていた。セルロースを原料とするエタノールへの転換は、喧伝されていたよりも遅れている。早急にセルロースを原料とするエタノールを現実化しなければ、エタノールの壁にぶつかる¹⁰。

¹⁰ *New York Times*, “Slow Pace on New Fuel Frustrates Ford Chief”, 15 November 2007.

まとめ

状況をまとめると、エタノール生産は過去 20 年間に大幅に成長し、特に過去数年間の成長には目覚ましいものがあった。しかし、今後の成長はエタノール生産に食糧作物を使用することを巡る論議により脅かされるであろう。

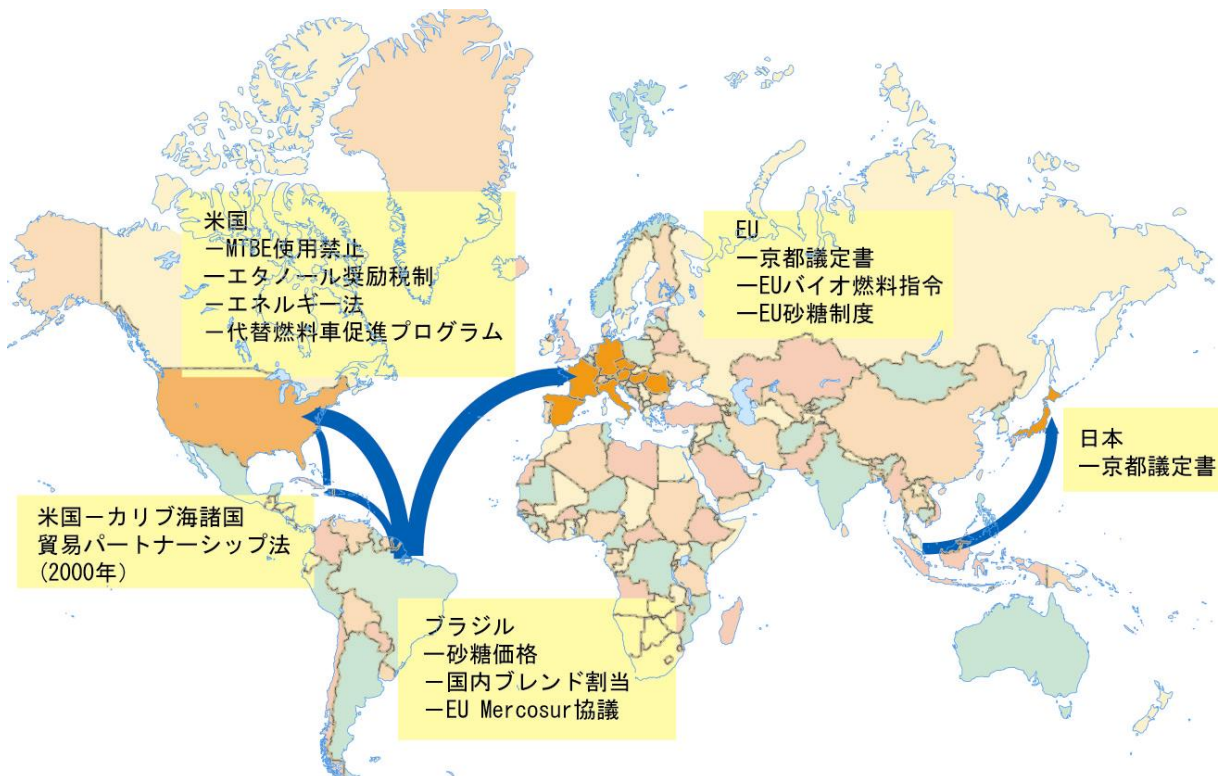
2. エタノール貿易

世界のエタノール貿易総量に関する正確なデータは入手できないが、エタノールの年間国際貿易量は 3,000 万バレルから 4,000 万バレルと推定される。この数字はペトロブラスが 2006 年に輸出した 2,100 万バレルと、ペトロブラスが現在の海上輸送によるエタノール輸出量の半分から 3 分の 2 を占めるとの想定に基づいている。

2.1 現在の荷動きパターン

現在のエタノール海上荷動きの大部分はブラジルを起点とし、北米及び EU を終点とする。ブラジルと北米間の荷動きの一部はカリブ海を通過し、CBI（カリブ海諸国経済復興）により非関税となるカリブ海諸国でブレンドされ、米国に輸入される。図表 21 は現在の主要なエタノール荷動きと、これらの荷動きの背景に有る主要な動因を示したものである。

図表 21 現在のエタノールの荷動き



Noble Americas, 4th Annual Global Commodities Finance Conference (2007年6月)

の資料をもとに作成

荷動きの変化

エタノールの荷動きのパターンは過去 20~30 年間に、市況の変化とエタノール生産国の選択肢の変化を反映して、劇的に変化してきた。

1980 年代、エタノール貿易の大部分はブラジルとヨーロッパからの米国向け輸出であった。この荷動きには、カリブ海諸国でモーター用燃料に精製し、米国に輸入される EU 産のエタノールが含まれていた。

1990 年代には、主要なエタノール輸出国は米国、EU、南アフリカ、中東に移り、ブラジルがエタノールの主要輸入国となった。1990 年代にブラジルの砂糖産業はエタノール生産よりも砂糖生産の方が収益性が高いと判断したため、エタノールを輸入する必要が生じた。国内市場を支援するために、ブラジルは南アフリカから合成アルコール、米国から相当量のトウモロコシを原料とするアルコールを輸入した。

21 世紀に入り、最初の 5 年間に荷動きは突然、ブラジルと EU (CBI 経由) からエタノールを米国市場に輸出する方向に転換した。その後、ブラジルからの米国向け輸出は継続しながらも、再び米国とブラジルから EU 及びアジアへの輸出へと方向転換があった。図表 22 は 1980 年代以降の主要なエタノール荷動きをまとめたものである。

図表 22 エタノールの荷動きパターンの変化

期 間	始 点	目的地
1980 年代	ブラジル、EU (CBI 経由)	米国
1990 年代	米国、EU、南アフリカ、サウジアラビア、EU (CBI 経由)	ブラジル
2000-2004	ブラジル、EU (CBI 経由)	米国
2005-2010	ブラジル、米国	EU、アジア、米国

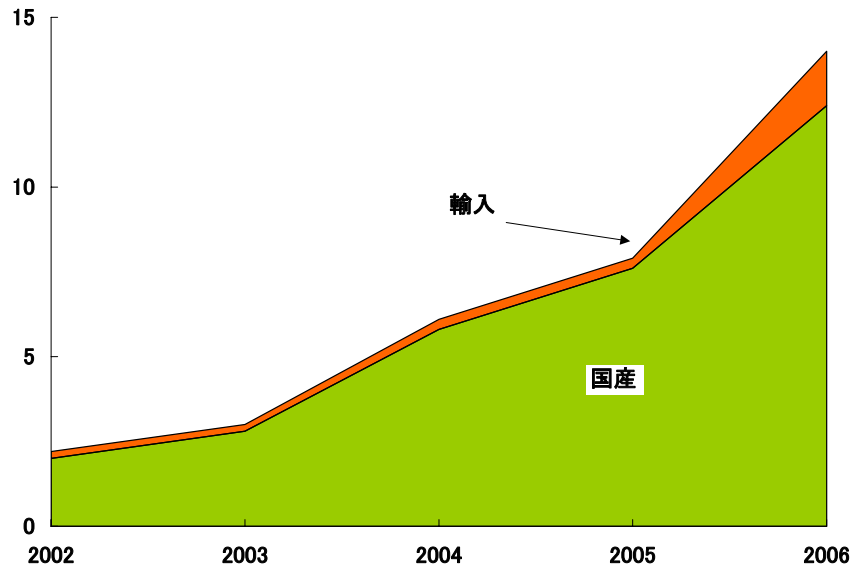
Source: Sergio Trindade, *Global Biofuels Trade*, 2005

米国の輸入と輸出

図表 23 に示すように、米国市場は主として国産エタノールに依存しており、輸入エタノールが米国におけるエタノール消費量全体に占める割合はごくわずかである。米国国際貿易委員会 (ITC) が集積したデータによれば、米国のエタノール消費は 2006 年に 140 億ドルであった。このうち、輸入エタノールは 16 億ドル、米国のエタノール消費全体の 11%であった。2002~2006 年の 5 年間に、輸入エタノールは米国エタノール消費全体の 8.5%を占めた。

図表 23 米国エタノール市場における輸入の割合

単位：10 億ドル

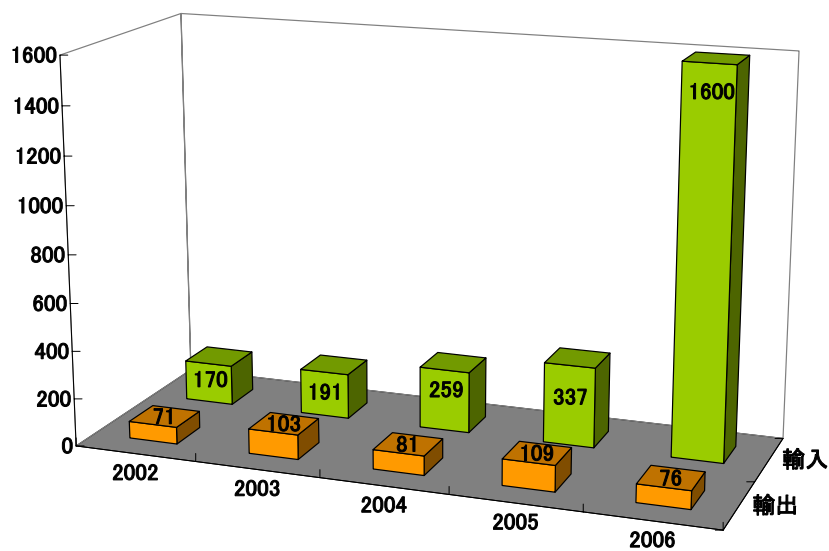


出所：米国国際貿易委員会

米国はごく少量のエタノールを輸出している。ITC によれば、米国のエタノール輸出額は 2006 年に約 7,600 万ドルであり、米国产エタノールの総額 124 億ドル及び輸入エタノールの 16 億ドルと比較して、非常に少ない数字である。過去 5 年間の米国产エタノールの輸出額は年間 1 億 1,000 万ドル未満であった。米国輸出入金額のデータを図表 24 に示す。

図表 24 米国エタノール輸出入

単位：100 万ドル

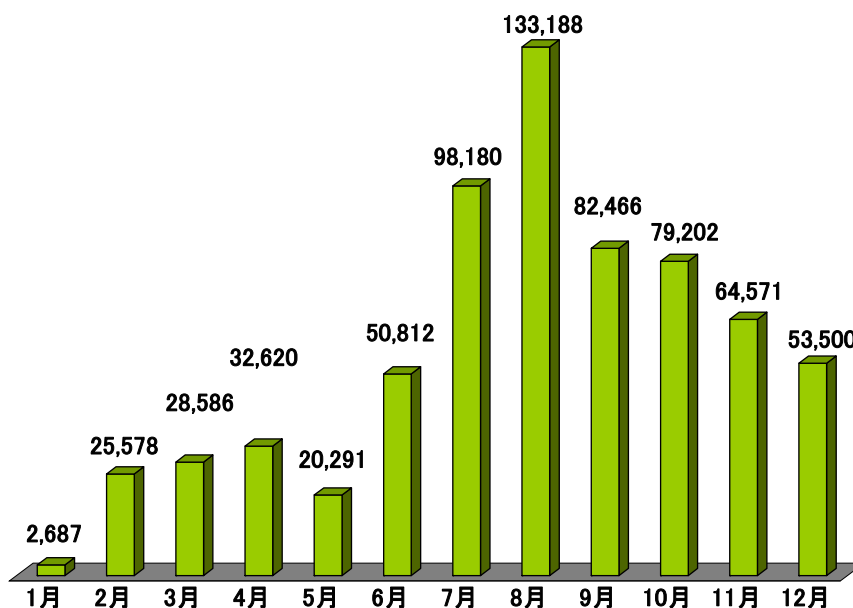


出所：米国国際貿易委員会

容積ベースでは、米国は 2006 年に 6 億 7,200 万ガロンを輸入した。エタノール輸入の月別パターンを図表 25 に示す。グラフからわかるように、7月と8月がエタノール輸入のピークである。おそらく夏のドライブ・シーズンにガソリン消費が増加することを反映している。

図表 25 2006 年の米国エタノール輸入量

単位：100 万ガロン



出典：RFA Industry Outlook 2007

2006 年に米国のエタノール輸入の 68%はブラジルからであった。エタノールにはガロンあたり 0.54 ドルの輸入税がかけられている。ブラジルのエタノール生産コストはガロンあたり平均 0.80 から 0.90 ドルであるのに大使、米国の生産コストは 1.40～1.50 ドルであるため、輸入税にもかかわらず、ブラジル産エタノールは国産エタノールと競争力を有する。さらに 24%の輸入エタノールは CBI により対米輸出が非課税となるジャマイカ、コスタリカ、エルサルバドル、トリニダード・トバゴから輸入されている。残りの 8%の大部分は中国であった。

図表 26 2006 年の対米エタノール輸出

(単位：1000 ガロン)

輸 出 国	輸 入 量	輸入全体に占める割合(%)
ブラジル	418,465	68
ジャマイカ	58,250	9
中国	37,497	6
コスタリカ	34,464	6
エルサルバドル	30,124	5
トリニダード・トバゴ	22,595	4
カナダ	7,073	1
パキスタン	5,678	1
オランダ	1,508	<1
合 計	615,654	100

データは 2006 年 11 月までの 11 ヶ月間のもの

出典：RFA Industry Outlook 2007

ブラジルのエタノール輸出

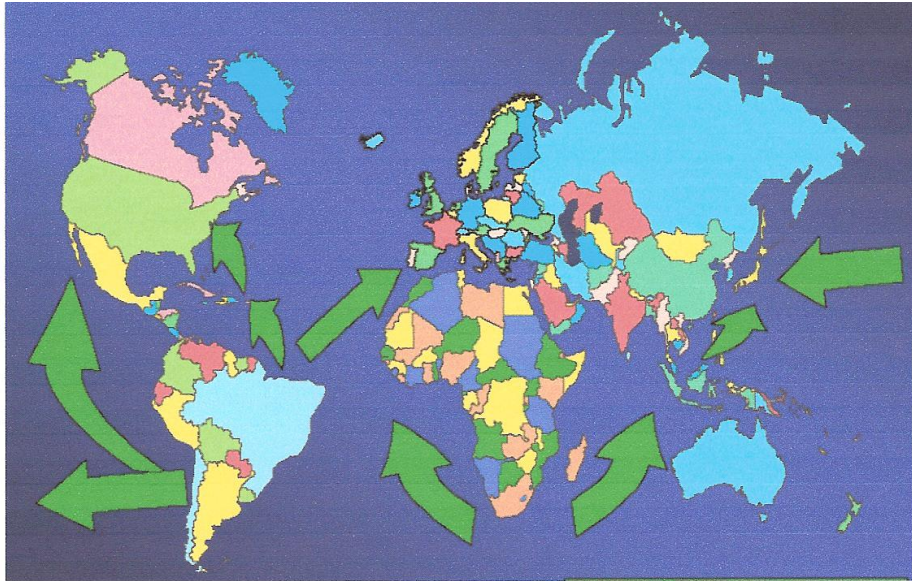
ペトロブラスによればブラジルのエタノール輸出量は 2006 年に 340 万キロリットル (2,100 万バレル) であった。これは同年のブラジル総生産量の 19% に相当する。

最近のブラジルからの輸出は主として米州、カリブ海諸国、EU 向けとなっている。例えば 2007 年 10 月に 29,000 バレル (4,610 キロリットル) のエタノールが Itaquí からトリニダード・トバゴへと送られた。2007 年 11 月には、56,600 バレル (8,998 キロリットル) のエタノールが Suape 港からヨーロッパ市場へと送られている。ブラジルのエタノール貿易は他の市場へも拡大している。ペトロブラスはリオデジャネイロから燃料ブレンド用にナイジェリアに 125,000 バレル (19,870 キロリットル) のエタノールをナイジェリアに輸出する契約を結んでいる。また、小規模な工業及び食品グレードのエタノールが日本向けに輸出されており、ペトロブラスは対日エタノール輸出を年間 190 万バレル (30,210 キロリットル) に拡大することを期待している。

2.2 今後の貿易量と荷動きのパターン

今後のエタノール貿易は当然のことながら、世界の主要な地域におけるエタノール生産と需要を反映したものとなる。エタノールが余っている地域は輸出国となり、不足している地域が輸入国となる。

図表 27 2010 年の世界のエタノール荷動きの予測



出典: Sergio Trindade, presented at UNCTAD Expert Group Meeting, *Global Biofuels Picture and the Prospects for International Trade*, 19 June 2007.

図表 27 は 2007 年に UNCTAD 会議で発表されたものであり、2010 年に予測されるエタノールの荷動きを示したものである。主としてブラジルから北米、EU に向かう現在の荷動きのパターンと対照的に、エタノール輸入国は多様化し、アジアの占める割合が大きくなると考えられている。

エタノール貿易については業界アナリストやこの分野で事業を行っている企業により様々な予測が出されている。F.O.Licht、Noble Americas、ペトロブラス、FAPRI による予測を以下にまとめた。貿易量という点では予測に大きなばらつきがあるが、どの予測も将来のエタノール貿易が大幅に増加すると見ている点で一致している。

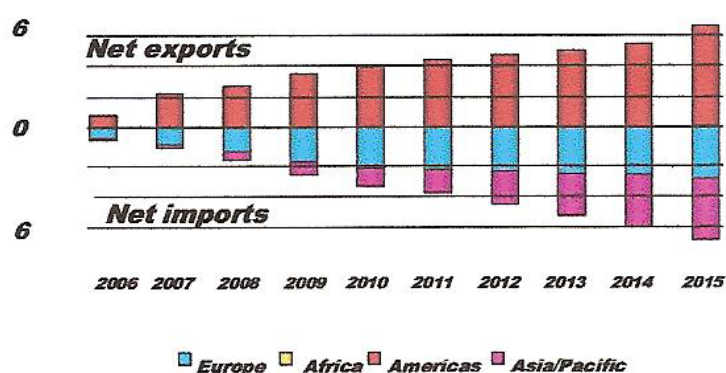
R.O.Licht 予測

大手商品取引会社である F.O. Licht は世界のエタノール生産と消費の将来の余剰/不足構造を図表 28 に示すように予測している。グラフは 2015 年までの世界の 4 つの主要地域のそれぞれについて純輸出、輸入量予測を現したものである。

米州は実質的にブラジルであり、今後 10 年間にさらに大型のエタノール輸出地域となると期待される。F.O.Licht の予測では、米州は 2015 年には年間 650 万 m³ (4,100 万バレル)のエタノールを純輸出すると見ている。これは現在の輸出量の約 3 倍である。アフリカは 2015 年に小規模な純輸出地域となり、年間約 10 万 m³のエタノールを輸出すると見られている。主要な純輸入地域はヨーロッパとアジア太平洋地域であり、今後 10 年間にエタノールの純輸入量は 6 倍以上に増加すると予測されている。

図表 28 世界のエタノール余剰/不足構造

(100 万 m³/年)



出典: C. Berg, as quoted in UNCTAD Expert Group Meeting, *Global Biofuels Picture and the Prospects for International Trade*, 19 June 2007.

Noble Americas の予測

大手商品取引会社であるノーブル・グループは 2010 年までの地域別エタノール需給予測を作成している。ブラジルがエタノールの主要輸出国となり、EU と日本が主要輸入国となると予測されている。

図表 29 世界のエタノール需給

単位: 10 億ガロン/年

Country	2003	2005	2008	2010
供給				
ブラジル	3.8	4.2	5.6	7.8
米国	2.8	4.0	6.8	8.8
EU	0.5	1.0	1.9	1.9
その他	0.2	0.9	3.4	3.4
合計	7.3	10.1	17.7	21.9
需要				
ブラジル	3.4	3.7	4.6	5.6
米国	2.8	4.2	6.8	8.8
カナダ	0.1	0.2	0.4	0.4
EU	0.4	1.3	3.4	4.6
日本	0.2	0.5	1.9	1.9
その他	0.4	0.4	0.6	0.6
合計	7.3	10.1	17.7	21.9

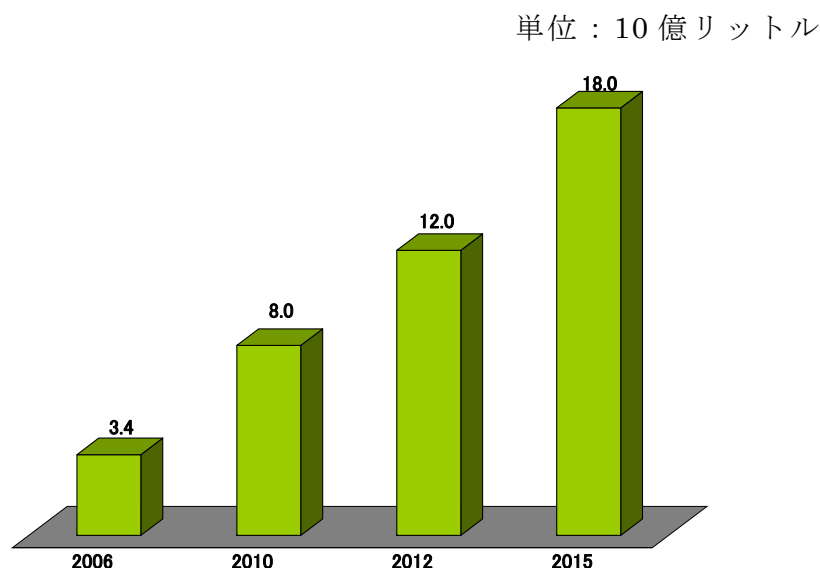
出典: Noble Americas, 4th Annual Global Commodities Finance Conference, 7 June 2007.

図表 29 に示すように 2010 年のブラジルの国内供給量は需要を 22 億ガロン（832.8 万キロリットル）上回ると予測されている。2010 年の日本の需要は 19 億ガロン（719.2 万キロリットル）と予測されており、その大部分を輸入に頼るとされている。米国ではエタノールの需給はおおよそ均衡しており、2010 年に国産エタノールが国内需要の大部分を満たすと予測されている。

ペトロブラスの予測

ペトロブラスの輸送部門であるトランスペトロの今後 10 年間のブラジル産エタノール輸出予測は格段に強気である。トランスペトロはブラジル産エタノール輸出が 2015 年には 5 倍以上に拡大すると予測している。トランスペトロによれば、ブラジルのエタノール輸出は 2010 年に 80 億リットル（約 5,000 万バレル）、2012 年には 120 億リットル（約 7,500 万バレル）、2015 年には 180 億リットル（1 億 1,300 万バレル）となる。

図表 30 2015 年までのブラジル産エタノール輸出予測



出典：Petrobras for 2006 exports; Transpetro for 2010-15 forecast exports

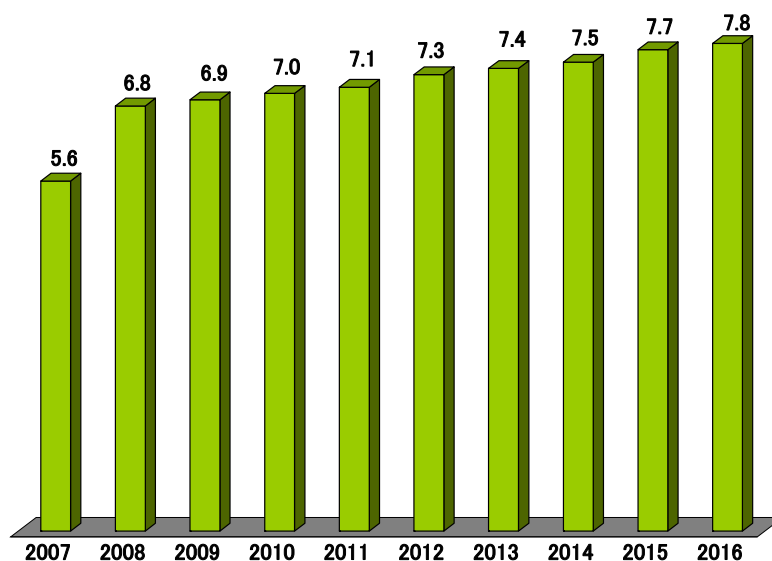
ブラジルの輸出の拡大はエタノール専用のパイプラインネットワーク建設と水路開発にかかっている。輸送インフラ整備により大規模な量のエタノールが内陸部から沿岸地域に輸送することができる。

FAPRI の米国輸入予測

食品農業政策研究所（FAPRI）は米国エタノール輸入が 2016 年に 780 万バレル（124 万キロリットル）となると予測している。この数字は 2006 年に輸入された 1,600 万バレル（254.4 万キロリットル）よりも大幅に低い。2016 年の輸入予測は、米国の国内エタノール生産が大幅に拡大し、今後 10 年間に消費ペースに追いつき、国内エタノール需要を満たすための輸入の必要が最低限となるという見解を反映している。

図表 31 米国エタノール輸入予測

単位：100 万バレル



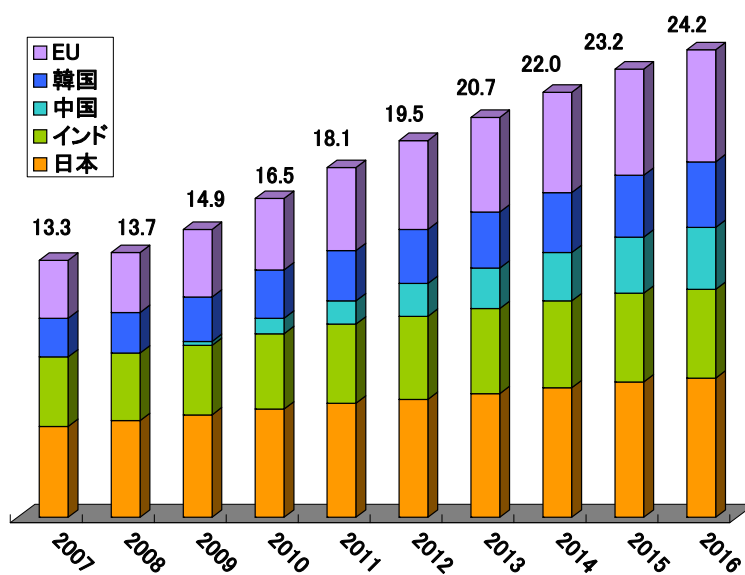
出典：FAPRI, 2007 Agricultural Outlook

FAPRI の EU/アジア太平洋輸入予測

FAPRI は EU とアジア太平洋市場は今後 10 年間にますますエタノール輸入需要が拡大すると予測している。図表 32 に示すように、FAPRI は EU、日本、中国、インド、韓国の総輸入量が今後 10 年間に 80%以上増加し、2007 年の 1,330 万バレルから 2016 年には 2,420 万バレルに増加すると予測している。

図表 32 主要消費地域におけるエタノール輸入予測

単位：100 万バレル



出典：FAPRI, 2007 Agricultural Outlook

3. 将来のエタノール輸送需要

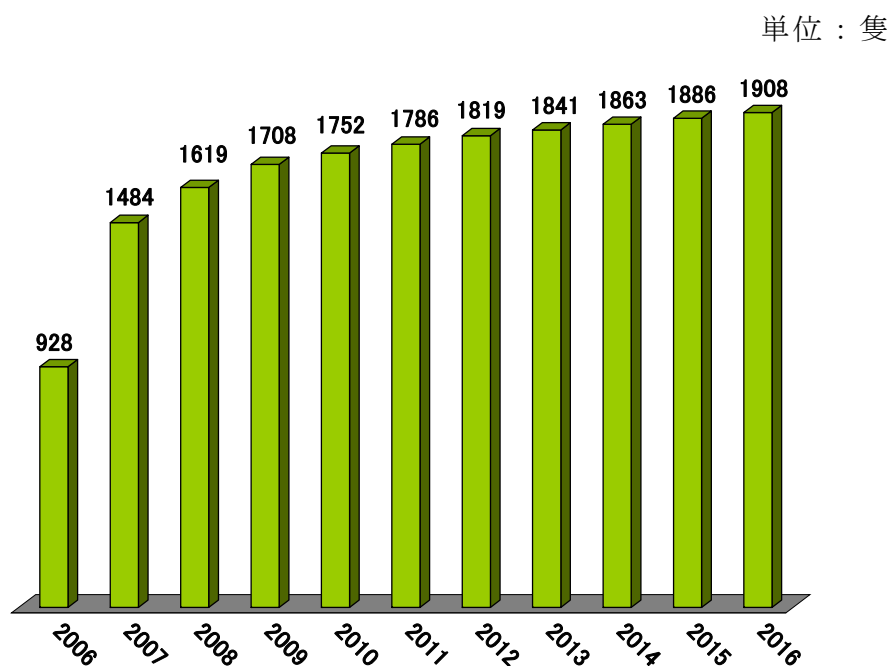
第3章では今後10年間のエタノール貿易について輸送需要を検討する。まず、沿岸タンカーを含む米国国内輸送需要を評価する。さらに、米国、EU、アジア太平洋市場のエタノール輸入を扱う輸送要件について検討する。最後にブラジルのエタノール輸出用タンカー船腹調達計画に目を向ける。

3.1 米国国内エタノール輸送

米国で国内生産されたエタノールの輸送需要は主として鉄道、トラック、バージ輸送で満たされている。2005年に国産エタノールの60%は鉄道で輸送された。トラック輸送は国産エタノールの30%であり、バージ輸送が残りの10%を占めた。

図表33に示されるように、2006年のバージェタノール輸送は、928隻分であった。この数字は2007年には60%増で約1,500隻となると予測されている。今後10年間に、エタノールのバージ輸送はさらに29%増加すると予測されている。米国で使用されている典型的なエタノールバージの積載能力は3万バレル（4,769キロリットル）である。

図表 33 米国におけるエタノールのバージ輸送の成長予測



出典：U.S. Department of Agriculture, *Ethanol Transportation Backgrounder*, September 2007

米国ではエタノールはパイプライン輸送されていない。エタノール輸送におけるパイプライン利用を制限している主因は、エタノール生産地が地理的に散らばっており、特定地点間のパイプライン建設を正当化するだけのエタノール輸送需要が存在しないこと

である。また、腐食やエタノール混合ガソリンがパイプライン内で水と親和性があるという技術上の問題点を解決する必要がある。エタノール混合ガソリンがパイプライン内で水蒸気と接触した場合、水が製品に吸収される。

しかし、米国石油協会（API）はエタノール/ガソリンブレンドのパイプライン輸送に関する問題を検討するリサーチまた、エタノールパイプライン輸送のフィージビリティ研究をスポンサーしている。2007年エネルギー法（H.R.6）は米国エネルギー省にエタノール輸送専用パイプライン建設のフィージビリティを評価するよう指示している。2008会計年度と2009会計年度にエタノール・パイプライン建設のフィージビリティ研究実施予算として100万ドルの配算権限が認められている。

エタノールの輸送に内航タンカーを使用する案は国内輸送の手段としては有望ではない。約5年前にエネルギー省は米国港湾間のエタノール流通に内航海運を利用する可能性について研究した。これは、エタノール関連の輸送問題の研究を促す議会の要求に応えたものであった。エネルギー省は、エタノールの内航輸送にはジョーンズ・アクト・タンカーを使用することが義務付けられていることから、鉄道輸送と比べて高くつきすぎるとの結論を出した。また、内航タンカーを使用した場合の供給の信頼性、特に中西部からメキシコ湾岸を経由してカリフォルニアに向かう場合の信頼性を指摘し、「パナマ運河を経由してカリフォルニアに出荷される製品の輸送時間は1ヶ月以上かかり、5日から10日予期せぬ遅れが出ることもままある」とされている。このような遅延に備えて十分なバックアップの在庫を確保するためにターミナルにはさらに貯蔵施設が必要であろう¹¹。

興味深いことに、エネルギー省の研究は、エタノール生産者が非変性エタノールを出荷することによりOPA90適合タンカーの利用を免れることができる、と指摘している。非変性エタノールは石油製品とはみなされないため、非変性エタノールを蒸留酒工場免許を保有する沿岸のプラントに出荷し、受け取り港で変性エタノールに加工することにより、OPA90タンカーを使用する必要がなくなる。

3.2 エタノール輸入輸送需要

様々な市場における国内エタノール生産とエタノール需要のギャップが広がれば、海上輸送需要が発生する。まず、米国輸入市場における輸送需要について論じた後、その他の輸入地域における輸送需要を扱う。

米国エタノール輸入

先述したように、米国において国内エタノール生産量と消費量のギャップを埋めるために少量の輸入が必要となる。これらの輸入はタンカー輸送需要を創出するであろう。

¹¹ EIA, Review of Transportation Issues and Comparison of Infrastructure Costs for a Renewable Fuels Standard, September 2002.

必要なタンカー隻数を予測するには、年間輸入量、1航海あたりに輸送されるエタノールが平均何バレルか、そして年間にタンカーが何航海できるかを仮定する必要がある。年間のエタノール推定輸入量としては、2016年に米国エタノール輸入量が780万バレル（12.4万キロリットル）になるというFAPRI予測を使用した。1航海あたりに輸送されるエタノールの量としては、2007年8月に米国に到着したエタノール運搬船の実際の平均貨物量を使用した¹²。8月には8隻が米国に到着し、平均規模は160,000バレル（25,440キロリットル）であった。また南米、EU、中国を起点とする典型的なエタノールタンカーは米国に年間10回航海すると仮定した。

この仮定に基づくと、約5隻のハンディサイズ・タンカーが米国エタノール輸入貨物を扱うに充分であると推定される。

2016年の年間エタノール輸入量—780万バレル（12.4万キロリットル）
1航海あたりのエタノール貨物量—16万バレル（25,440キロリットル）
タンカー1隻あたりの年間航海数—10航海
米国輸入に必要なタンカー数—ハンディサイズタンカー5隻

これらの仮定のいずれが変更されても、米国輸入に必要なとされるエタノールタンカーの隻数は変化する¹³。たとえば、平均貨物量が1航海あたり10万バレルに減れば、必要なタンカー数は8隻となる。年間の航海数が増えれば（例えば15航海）、必要とされるタンカー数は50%減る。

他のエタノール市場

米国以外の市場へのエタノール輸送を扱うタンカー数も同様に推定することができる。EU/アジア太平洋市場の輸入量2,420万バレル（384.7万キロリットル）というRAPRI予測を2016年の総輸入量として使用する。米国市場と同様に平均出荷量は1航海あたり16万バレル（25,440キロリットル）と仮定する。また様々なエタノール輸出港から輸入先までタンカー1隻あたり年間平均10航海することができると仮定する。

これらの仮定に基づくと、10年後のEU及びアジア太平洋市場のエタノール輸入需要を満たすために約15隻のハンディサイズタンカーが必要となる。

- 2016年の年間エタノール輸入量—2,420万バレル（384.7万キロリットル）
- 1航海あたりのエタノール貨物量—16万バレル（25,440キロリットル）
- タンカー1隻あたりの年間航海数—10航海
- 輸入に必要なタンカー数—ハンディサイズタンカー15隻

¹² *Ethanol Producer Magazine*, “The Truth About Imports”, December 2007.

¹³ 米国またはその他の市場へのエタノール輸入予測は、年間生産・消費量予測に大きく依存しており、年間生産・消費予測は石油価格、降雨量、トウモロコシ価格、法制度等の予期できない外的な要因に大きく左右されることを留意する必要がある。

必要なタンカー数は、仮定に大きく左右される。エタノールの平均出荷量は米国で一般的である1回の航海当たり16万バレルと仮定したが、たとえば出荷量が10万バレルであれば、必要なタンカー数は25隻に増加する。逆に1航海あたりの出荷量を30万バレルと仮定すると、必要なタンカー数は8隻に減る。ターンアラウンドが速く、年間航海数が例えば15航海に増加すれば、必要なタンカー数は50%減少する。

3.3 ブラジルのエタノール輸出

先に述べたように、ペトロブラスはブラジルのエタノール輸出量が2015年には1億1,300万バレル(1,796万キロリットル)に達すると予測している。ペトロブラスは将来の輸出に備えて、「エタノール専用タンカー船隊」を調達する仮計画を作成している。船隊はカリブ海諸国及び米国市場輸出向けのハンディサイズ・タンカーと、EU市場輸出向けのパナマックス・タンカー、極東の遠距離市場向けのスエズマックス/VLCCタンカーで構成されることになる。

トランスペトロの船隊マネージャーによれば、2015年のブラジルのエタノール輸出には、長距離輸送需要を満たすためにスエズマックス・タンカー7隻、VLCC6隻が必要となる。さらに、ブラジル-米国/カリブ海/EU貿易のエタノール輸送需要を扱うためにハンディサイズ及びパナマックスのクリーン・プロダクトタンカーが最大18隻必要となるとしている。

ペトロブラスがこれだけの船腹量を調達したと仮定すると、ペトロブラス支配船で米国、EU、アジア太平洋地域のエタノール輸入輸送需要の大部分を満たすことができる。ブラジルのエタノール輸出にどのような輸送手段を利用するかを決定する権限をブラジルの輸出業者が握ると考えられる。ペトロブラスは自社タンカーを使って様々な市場へのエタノール輸送を行うと同時に、3点間輸送を行い、ブラジル以外の生産国からのエタノール輸送を扱う可能性が高い。

4. エタノール・タンカーの建造要件

本セクションでは、まずエタノール輸送が可能なタンカーの具体的な要件と、現在のエタノール輸送能力に関して論じ、さらにエタノール輸送能力のあるタンカーの今後10年間の建造数を予測する。

4.1 エタノール・タンカーの特別仕様要件

100%エタノールの輸送はMARPOL 73/78の付属書IIに従わなければならない。エタノールはIBCコード(国際バルクケミカルコード)の18章に盛り込まれており、エタノールの輸送にケミカルタンカーを使用することは義務付けられていない。

エタノールはケミカル/パーセル・タンカーで輸送されることが多いが、いかなるサイズのプロダクトタンカーでも輸送することができる。但し、エタノールを輸送するタン

カーはばら積みの有害液体物質の輸送のための国際汚染防止証の発給を受けていなければならない。エタノールは汚染カテゴリーZに入り、当該カテゴリーの貨物の荷揚げ要件に従わなければならない。エタノールを 3,000 m³を超えるタンクに入れて、プロダクトタンカーまたはケミカルタンカーで輸送する場合、タンクは不活性化されていなければならない。

エタノールには特殊な性質があり、タンクの腐食を避けるためにタンカー建造において特別仕様が必要となる。本質的にエタノールは軟質金属や特定の非金属物質の保護されていない表面を腐食する能力を有する。物質が長期的にエタノールと接触すると、腐食部が白変する。エタノールまたは高濃度のエタノールブレンドに長期に接触すると腐食をおこす金属としては、真鍮、鉛、亜鉛、鉛ベースのはんだ合金が上げられる。エタノールと接触すると劣化する非金属物質としては、天然ゴム、ポリウレタン、コーキング・ガスケット素材、皮革、ポリ塩化ポリアミド、特定の熱可塑性高分子、熱硬化性樹脂が挙げられる。

その結果、腐食を防止するために一部のエタノールに接触するコンポーネントは、ニッケルめっきかステンレススチールでなければならない。黒色酸化鉄や青銅のような改良鉄鋼もエタノール腐食に耐性を示している。強化ファイバークラス、Buna-N、ネオプレン・ゴム、Viton、テフロンのような非金属物質も E85 と接触しても一般的に安定しているとされている¹⁴。

4.2 現在エタノールを輸送することのできるタンカー船腹

国際エタノール貿易専用の大型タンカーは知られている限りでは存在しない。これまでエタノールは特化されたケミカル/パーセルタンカーまたはばら積みの有害液体物質の輸送のための国際汚染防止証を受給した小型プロダクトタンカーで輸送されてきた。ロイズレジスターによれば、約 1,200 隻が現在国際航路に従事し、様々なケミカル、植物油、エタノール等を現役輸送している¹⁵。このうち何隻がエタノール輸送に従事しているかは不明である。

エタノール輸送に使用された典型的なタンカーは 14,300dwt のケミカルタンカー、Gulf of Paria 号である。同船は 2007 年 11 月にエタノール 4,200 トンをトリニダード・トバゴに輸送した。同船は 1984 年に佐世保で建造されたドイツ所有船である。もうひとつの例は、8,700dwt のケミカル/プロダクトタンカー、Sun Lavender 号であり、同船も最近小規模なエタノール輸送を行っている。同船は韓国所有の IMO ケミカルクラス 3 ダブルハルタンカーであり、1998 年に白杵造船所で建造された。

¹⁴ Ethanol Producer Magazine, Proper Handling Ethanol Throughout the Supply Chain, June 2007.

¹⁵ Lloyd's Register, Design and Operation of Specialist Tankers, December 2007.

4.3 エタノールタンカーの建造予測

ブラジルのエタノール貿易向けに専用タンカーを調達するというペトロブラスの計画は、今後 10 年間に相当なエタノールタンカー建造需要を創出するであろう。先に述べたように、ペトロブラスは成長するエタノール輸送需要を満たすために VLCC6 隻、スエズマックス 7 隻、ハンディサイズ/パナマックスタンカー最大 18 隻の建造を計画している。

現段階では、ペトロブラスとその他のブラジル当局は明らかに国内建造を前提としている。ブラジル政府は国内造船能力の構築と地元産業の支援に力を入れている。現在トランスペトロは地元造船所で 42 隻のタンカーを建造する予定であり、エタノール・タンカーがこれに追加されることになる。最初のエタノールタンカーの発注は 2011 年引渡し予定のパナマックス・タンカーとなる可能性が高い。当該プロジェクトの建造コストは 1 億 3,000 万ドルと噂されている¹⁶。

米国内でエタノールタンカーの建造が発注されるとは考えにくい。米国のエタノール輸入市場は専用エタノールタンカーの建造を必要とするには小規模すぎる。また誰が輸送をコントロールするかという問題もある。エタノールがブラジル産であれば、ペトロブラスが輸送に自社船腹を使用しようとすることは確実である。

他の主要なエタノール輸入市場も拡大する貿易量を扱うためのエタノールタンカー需要を創出する可能性がある。しかし、ここでも輸出者、具体的にはペトロブラスが輸送手段を決定する可能性が高い。そうした場合、ペトロブラスのエタノール・タンカー建造プログラムにより招来のエタノール輸送需要の大部分が満たされ、輸入国側で建造されるタンカーがあったとしても、非常に少数となるであろう。

しかしながら、ペトロブラスのエタノール・タンカー建造計画により、エンジニアリング、システム、資材の需要が創出される。エタノール・タンカー建造には新しい設計及び特殊なエンジニアリングが必要であり、日本の造船所とブラジル造船所の技術提携の機会がありえる。エタノールと接触するポンプ、シール、配管、その他のシステムはエタノールの腐食性に耐えるものである必要があり、日本企業にとって潜在的な事業機会が存在する。

4.4 建造予測に関する注意

エタノール・タンカーの建造需要は、今後のエタノールの生産と消費に大きく左右されることを重ねて強調しなければならない。先に指摘したように、穀物を原料としたエタノールの生産に対する論議が高まっている。必要とされるだけの量のセルロース系エタノールを生産することが可能かどうかについては、深刻な技術上の疑問がある。これらの問題点が実質的に大きくなれば、エタノール生産の成長は深刻に制約され、将来のエタノール輸送市場が消滅する可能性がある。

¹⁶ Bloomberg, Petobras May Buy Ethanol Tankers as Part of Brazil Ship Plans, 12 November 2007.

付録 1 米国の燃料エタノール精製所とその生産能力

会社名	所在地	原料	生産能力 (mgy)	建造/拡張 (mgy)
Abengoa Bioenergy Corp.	York, NE	トウモロコシ/ミロ	55	
	Colwich, KS		25	
	Portales, NM		30	
	Ravenna, NE			88
Aberdeen Energy*	Mina, SD	トウモロコシ		100
Absolute Energy, LLC*	St. Ansgar, IA	トウモロコシ		100
ACE Ethanol, LLC	Stanley, WI	トウモロコシ	41	
Adkins Energy, LLC*	Lena, IL	トウモロコシ	40	
Advanced Bioenergy	Fairmont, NE	トウモロコシ		100
AGP*	Hastings, NE	トウモロコシ	52	
Agra Resources Coop. d.b.a. EXOL*	Albert Lea, MN	トウモロコシ	40	8
Agri-Energy, LLC*	Luverne, MN	トウモロコシ	21	
Alchem Ltd. LLLP	Grafton, ND	トウモロコシ	10.5	
Al-Corn Clean Fuel*	Claremont, MN	トウモロコシ	35	15
Amaizing Energy, LLC*	Denison, IA	トウモロコシ	40	
Archer Daniels Midland	Decatur, IL	トウモロコシ	1,070	275
	Cedar Rapids, IA	トウモロコシ		
	Clinton, IA	トウモロコシ		
	Columbus, NE	トウモロコシ		
	Marshall, MN	トウモロコシ		
	Peoria, IL	トウモロコシ		
	Wallhalla, ND	トウモロコシ/大麦		
	Liberal, KS	トウモロコシ		110
	Albion, NE	トウモロコシ		100
	Linden, IN	トウモロコシ		100
Bloomington, OH		トウモロコシ		100
Aventine Renewable Energy, LLC	Pekin, IL	トウモロコシ	207	
	Aurora, NE	トウモロコシ		
Badger State Ethanol, LLC*	Monroe, WI	トウモロコシ	48	
Big River Resources, LLC*	West Burlington, IA	トウモロコシ	52	
Blue Flint Ethanol	Underwood, ND	トウモロコシ		50
Bonanza Energy, LLC	Garden City, KS	トウモロコシ/ミロ		55
Broin Enterprises, Inc.*	Scotland, SD	トウモロコシ	11	
Bushmills Ethanol, Inc.*	Atwater, MN	トウモロコシ	40	
Cardinal Ethanol	Harrisville, IN	トウモロコシ		100
Cargill, Inc.	Blair, NE	トウモロコシ	85	
	Eddyville, IA	トウモロコシ	35	
Cascade Grain	Clatskanie, OR	トウモロコシ		108
CassCo Amaizing Energy, LLC	Atlantic, IA	トウモロコシ		110
Castle Rock Renewable Fuels, LLC	Necedah, WI	トウモロコシ		50
Center Ethanol Company	Sauget, IL	トウモロコシ		54
Central Indiana Ethanol, LLC	Marion, IN	トウモロコシ		40
Central Illinois Energy, LLC	Canton, IL	トウモロコシ		37
Central MN Ethanol Coop*	Little Falls, MN	トウモロコシ	21.5	
Central Wisconsin Alcohol	Plover, WI	種トウモロコシ	4	
Chief Ethanol	Hastings, NE	トウモロコシ	62	
Chippewa Valley Ethanol Co.*	Benson, MN	トウモロコシ	45	

会 社 名	所 在 地	原 料	生産能力 (mgy)	建造/拡張 (mgy)
Commonwealth Agri-Energy, LLC*	Hopkinsville, KY	トウモロコシ	33	
Corn, LP*	Goldfield, IA	トウモロコシ	50	
Cornhusker Energy Lexington, LLC	Lexington, NE	トウモロコシ	40	
Corn Plus, LLP*	Winnebago, MN	トウモロコシ	44	
Coshoctan Ethanol, OH	Coshoctan, OH	トウモロコシ		60
Dakota Ethanol, LLC*	Wentworth, SD	トウモロコシ	50	
DENCO, LLC	Morris, MN	トウモロコシ	21.5	
Dexter Ethanol, LLC	Dexter, IA	トウモロコシ		100
E Energy Adams, LLC	Adams, NE	トウモロコシ		50
E3 Biofuels	Mead, NE	トウモロコシ		24
E Caruso (Goodland Energy Center)	Goodland, KS	トウモロコシ		20
East Kansas Agri-Energy, LLC*	Garnett, KS	トウモロコシ	35	
Elkhorn Valley Ethanol, LLC	Norfolk, NE	トウモロコシ		40
ESE Alcohol Inc.	Leoti, KS	種トウモロコシ	1.5	
Ethanol2000, LLP*	Bingham Lake, MN	トウモロコシ	32	
First United Ethanol, LLC (FUEL)	Mitchell Co., GA	トウモロコシ		100
Frontier Ethanol, LLC	Gowrie, IA	トウモロコシ	60	
Front Range Energy, LLC	Windsor, CO	トウモロコシ	40	
Glacial Lakes Energy, LLC*	Watertown, SD	トウモロコシ	50	50
Global Ethanol/Midwest Grain Processors	Lakota, IA	トウモロコシ	95	
	Riga, MI	トウモロコシ		57
Golden Cheese Company of California*	Corona, CA	乳清	5	
Golden Grain Energy, LLC*	Mason City, IA	トウモロコシ	60	50
Golden Triangle Energy, LLC*	Craig, MO	トウモロコシ	20	
Grand River Distribution	Cambria, WI	トウモロコシ		40
Grain Processing Corp.	Muscatine, IA	トウモロコシ	20	
Granite Falls Energy, LLC*	Granite Falls, MN	トウモロコシ	52	
Great Plains Ethanol, LLC*	Chancellor, SD	トウモロコシ	50	
Green Plains Renewable Energy	Shenandoah, IA	トウモロコシ		50
	Superior, IA	トウモロコシ		50
Hawkeye Renewables, LLC	Iowa Falls, IA	トウモロコシ	105	
	Fairbank, IA	トウモロコシ	115	
	Menlo, IA	トウモロコシ		100
Heartland Corn Products*	Winthrop, MN	トウモロコシ	35	
Heartland Grain Fuels, LP*	Aberdeen, SD	トウモロコシ	9	
	Huron, SD	トウモロコシ	12	18
Heron Lake BioEnergy, LLC	Heron Lake, MN	トウモロコシ		50
Holt County Ethanol	O'Neill, NE	トウモロコシ		100
Horizon Ethanol, LLC	Jewell, IA	トウモロコシ	60	
Husker Ag, LLC*	Plainview, NE	トウモロコシ	26.5	
Illinois River Energy, LLC	Rochelle, IL	トウモロコシ		50
Indiana Bio-Energy	Bluffton, IN	トウモロコシ		101
Iowa Ethanol, LLC*	Hanlontown, IA	トウモロコシ	50	
Iroquois Bio-Energy Company, LLC	Rensselaer, IN	トウモロコシ		40
James Valley Ethanol, LLC	Groton, SD	トウモロコシ	50	
KAAPA Ethanol, LLC*	Minden, NE	トウモロコシ	40	
Kansas Ethanol, LLC	Lyons, KS	トウモロコシ		55
Land O' Lakes*	Melrose, MN	乳清	2.6	
Levelland/Hockley County Ethanol, LLC	Levelland, TX	トウモロコシ		40
Lincolnland Agri-Energy, LLC*	Palestine, IL	トウモロコシ	48	

会 社 名	所 在 地	原 料	生産能力 (mgy)	建造/拡張 (mgy)
Lincolnway Energy, LLC*	Nevada, IA	トウモロコシ	50	
Liquid Resources of Ohio	Medina, OH	飲料廃棄物	3	
Little Sioux Corn Processors, LP*	Marcus, IA	トウモロコシ	52	
Marquis Energy, LLC	Hennepin, IL	トウモロコシ		100
Marysville Ethanol, LLC	Marysville, MI	トウモロコシ		50
Merrick & Company	Golden, CO	Waste beer	3	
MGP Ingredients, Inc.	Pekin, IL	トウモロコシ/ 小麦澱粉	78	
	Atchison, KS			
Michigan Ethanol, LLC	Caro, MI	トウモロコシ	50	
Mid America Agri Products/Wheatland	Madrid, NE	トウモロコシ		44
Mid-Missouri Energy, Inc.*	Malta Bend, MO	トウモロコシ	45	
Midwest Renewable Energy, LLC	Sutherland, NE	トウモロコシ	25	
Millennium Ethanol	Marion, SD	トウモロコシ		100
Minnesota Energy*	Buffalo Lake, MN	トウモロコシ	18	
Missouri Ethanol	Ladonia, MO	トウモロコシ	45	
Missouri Valley Renewable Energy, LLC*	Meckling, SD	トウモロコシ		60
NEDAK Ethanol	Atkinson, NE	トウモロコシ		44
New Energy Corp.	South Bend, IN	トウモロコシ	102	
North Country Ethanol, LLC*	Rosholt, SD	トウモロコシ	20	
Northeast Biofuels	Volney, NY	トウモロコシ		114
Northeast Missouri Grain, LLC*	Macon, MO	トウモロコシ	45	
Northern Lights Ethanol, LLC*	Big Stone City, SD	トウモロコシ	50	
Northstar Ethanol, LLC	Lake Crystal, MN	トウモロコシ	52	
Northwest Renewable, LLC	Longview, WA	トウモロコシ		55
Otter Creek Ethanol, LLC*	Ashton, IA	トウモロコシ	55	
Otter Tail Ag Enterprises	Fergus Falls, MN	トウモロコシ		57.5
Pacific Ethanol	Madera, CA	トウモロコシ	35	
	Boardman, OR	トウモロコシ		35
Panda Energy	Hereford, TX	トウモロコシ/ミロ		100
Panhandle Energies of Dumas, LP	Dumas, TX	トウモロコシ/ 穀実用モロコシ		30
Parallel Products	Louisville, KY	飲料廃棄物	5.4	
	R. Cucamonga, CA			
Patriot Renewable Fuels, LLC	Annawan, IL	トウモロコシ		100
Penford Products	Ceder Rapids, IA	トウモロコシ		45
Permeate Refining	Hopkinton, IA	砂糖&澱粉	1.5	
Phoenix Biofuels	Goshen, CA	トウモロコシ	25	
Pinal Energy, LLC	Maricopa, AZ	トウモロコシ		55
Pine Lake Corn Processors, LLC*	Steamboat Rock, IA	トウモロコシ	20	
Pinnacle Ethanol, LLC	Corning, IA	トウモロコシ		60
Plainview BioEnergy, LLC	Plainview, TX	トウモロコシ		100
Platinum Ethanol, LLC*	Arthur, IA	トウモロコシ		110
Plymouth Ethanol, LLC*	Merrill, IA	トウモロコシ		50
Prairie Ethanol, LLC	Loomis, SD	トウモロコシ	60	
Prairie Horizon Agri-Energy, LLC	Phillipsburg, KS	トウモロコシ	40	
Premier Ethanol	Portland, IN	トウモロコシ		60
Pro-Corn, LLC*	Preston, MN	トウモロコシ	42	
Quad-County Corn Processors*	Galva, IA	トウモロコシ	27	
Red Trail Energy, LLC	Richardton, ND	トウモロコシ	50	

会 社 名	所 在 地	原 料	生産能力 (mgy)	建造/拡張 (mgy)
Redfield Energy, LLC *	Redfield, SD	トウモロコシ		50
Reeve Agri-Energy	Garden City, KS	トウモロコシ/ミロ	12	
Renew Energy	Jefferson Junction, WI	トウモロコシ		130
Siouxland Energy & Livestock Coop	Sioux Center, IA	トウモロコシ	25	40
Siouxland Ethanol, LLC	Jackson, NE	トウモロコシ		50
Sioux River Ethanol, LLC*	Hudson, SD	トウモロコシ	50	
Southwest Iowa Renewable Energy, LLC *	Council Bluffs, IA	トウモロコシ		110
Sterling Ethanol, LLC	Sterling, CO	トウモロコシ	42	
Summit Ethanol	Leipsic, OH	トウモロコシ		60
Tall Corn Ethanol, LLC*	Coon Rapids, IA	トウモロコシ	49	
Tama Ethanol, LLC	Tama, IA	トウモロコシ		100
Tate & Lyle	Loudon, TN	トウモロコシ	67	38
	Ft. Dodge, IA	トウモロコシ		105
The Andersons Albion Ethanol, LLC	Albion, MI	トウモロコシ	55	
The Andersons Clymers Ethanol, LLC	Clymers, IN	トウモロコシ		110
The Andersons Marathon Ethanol, LLC	Greenville, OH	トウモロコシ		110
Trenton Agri Products, LLC	Trenton, NE	トウモロコシ	40	
United Ethanol	Milton, WI	トウモロコシ		52
United WI Grain Producers, LLC*	Friesland, WI	トウモロコシ	49	
US BioEnergy Corp.	Albert City, IA	トウモロコシ	250	250
	Woodbury, MI	トウモロコシ		
	Hankinson, ND	トウモロコシ		
	Ord, NE	トウモロコシ		
	Central City , NE	トウモロコシ		
	Dyersville, IA	トウモロコシ		
U.S. Energy Partners, LLC (White Energy)	Russell, KS	ミロ/小麦澱粉	48	
Utica Energy, LLC	Oshkosh, WI	トウモロコシ	48	
VeraSun Energy Corporation	Aurora, SD	トウモロコシ	230	330
	Ft. Dodge, IA	トウモロコシ		
	Charles City, IA	トウモロコシ		
	Welcome, MN	トウモロコシ		
	Hartely, IA	トウモロコシ		
Voyager Ethanol, LLC*	Emmetsburg, IA	トウモロコシ	52	
Western New York Energy, LLC	Shelby, NY	トウモロコシ		50
Western Plains Energy, LLC*	Campus, KS	トウモロコシ	45	
Western Wisconsin Renewable Energy, LLC*	Boyceville, WI	トウモロコシ	40	
White Energy	Hereford, TX	トウモロコシ/ミロ		100
Wind Gap Farms	Baconton, GA	醸造廃物	0.4	
Renova Energy	Torrington, WY	トウモロコシ	5	
Xethanol BioFuels, LLC	Blairstown, IA	トウモロコシ	5	35
Yuma Ethanol	Yuma, CO	トウモロコシ		40
エタノールバイオ精製所111箇所の現在の総生産能力			5,443.40	—
建造中(75)及び拡張工事中(8)の総生産能力			—	6,224.50
総生産能力			11,667.90	

付録2 エタノールの物理的、化学的性質のまとめ

Chemical Abstract Service Registry No.	64-17-5
Molecular weight (g/mole)	46
Elemental composition by weight	
% Oxygen	34.7
% Carbon	52.1
% Hydrogen	13.1
Specific gravity	0.79@15oF ^{1/}
Boiling point [°C]	78.5 ^{1/}
Water Solubility [mg/L]	Infinite ^{1/}
Vapor pressure	
[mm Hg] (@ 25°C)	45-56.5 ^{7/}
[kPa] (@ 100°F)	17 ^{6/}
Heat of vaporization [kJ/kg]	900 ^{6/}
Henry's Law constant [atm m ³ g ⁻¹ mole ⁻¹]	6.17 x 10 ⁻⁶ ^{7/} 5.13 x 10 ⁻⁶ ^{7/} 6.29 x 10 ⁻⁶ ^{7/}
Henry's Law constant [-]	2.10 x 10 ⁻⁴ ^{7/} 2.52 x 10 ⁻⁴ ^{7/} 2.57 x 10 ⁻⁴ ^{7/}
Log K _{oc}	1.21, 0.2 ^{7/}
Log K _{ow}	-0.16, -0.31 ^{7/} -0.32 ^{4/}
Maximum concentration approved by EPA for use as a fuel oxygenate	
Mass /5 O ₂	3.7 ^{3/}
Volume % Oxygenate	10.0 ^{3/}
Octane rating number	
Research	111 ^{6/}
Motor	92 ^{6/}
Blending research octane number – RON	129 ^{3/}
Blending RVP [psi]	15 ^{4/}
Stoichiometric air/fuel ratio	9.0 ^{6/}
Net lower heating value	
Mass [kJ/mg]	27.0 ^{2/}
Volume [kJ/mL]	21.3 ^{2/}
Sources: (1) Merck Index, (2) Kirchstetter et al., 1996, (3) Chevron, (4) Piel and Thomas, 1990, (5) Reuter et al., 1992, (6) Rice et al., 1991, (7) Zogorski et al., 1996	



この報告書は競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

米州における再生可能エネルギーの輸送に関する調査

2008年（平成20年）2月発行

発行 社団法人 日本中小型造船工業会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-15-16 海洋船舶ビル
TEL 03-3502-2063 FAX 03-3503-1479

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

米州における再生可能エネルギーの輸送に関する調査

二〇〇八年二月