

## (2) バイオエタノールと国際食料需給の展望～米国を中心に～

第1回 研究会 (2007年10月2日)

農林水産政策研究所 主任研究員

小泉 達治

### はじめに

バイオエタノールの自動車燃料としての使用は、エネルギー問題、環境問題への対応から米国、ブラジル以外にも中国、インド、EU、タイ、日本をはじめ世界中で導入・普及が進められており、今後、その拡大が予想される。バイオエタノールの世界生産量の推移をみると、1998年の3,218万klから2007年の6,256万klへと拡大している。世界最大の生産国は米国の2,608万kl、次いでブラジルの2,020万klであり、ブラジルと米国で世界の生産量の7割(73.9%)を占めている。特に、1998年から2007年にかけて、ブラジルは年平均3.6%増加に対して、米国は同14.6%の増加であり、急速に生産量が拡大している(F.O.Licht 2007)。ただし、米国は世界最大のバイオエタノール生産国であるものの、2006年は2,539万klと世界最大の純輸入国である(F.O.Licht 2007)。

バイオエタノールの導入は、エネルギー問題、環境問題の改善に効果が期待できるほか、農業・農村の振興等の効果も期待できる。その一方で、現行のバイオエタノールは原料を農産物としているため、バイオ燃料生産の増大が国際農産物需給に与える影響も懸念されている。本報告では、農産物の非食用利用として、注目を集めているバイオエタノールの生産拡大が食料需給に与える影響について米国及びブラジルを中心に論じる。

### 1. 米国におけるバイオエタノール政策の展開

#### 1) 政策導入の背景と政策の展開方向

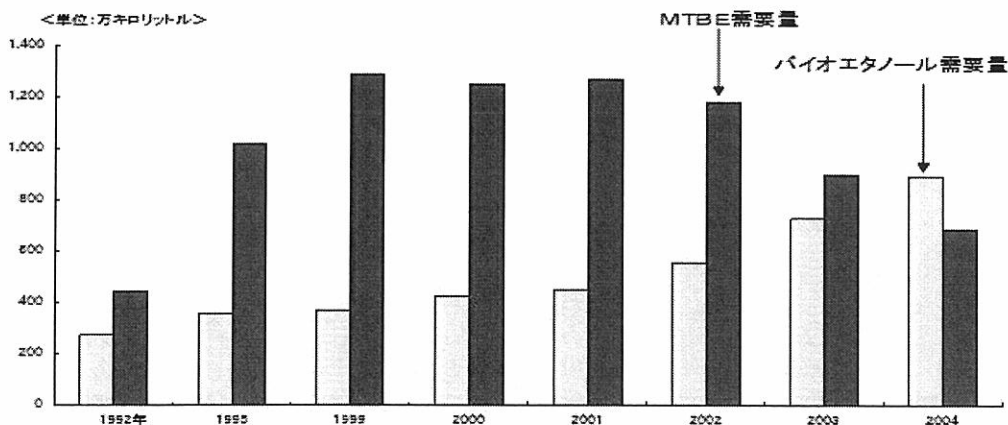
米国では1970年代後半から、エネルギー、環境問題そして余剰農産物問題への対応から、

とうもろこしを主原料としたバイオエタノールの生産およびガソリンへの混合が実施されている。米国におけるバイオエタノールの開発の歴史は、H. フォードが開発した 1919 年製 T 型フォードにまで遡るが、1973 年の第 1 次オイルショックを契機とする原油価格の高騰を契機に、バイオエタノールは、ガソリン代替燃料として脚光を浴びることになった。

1970 年に施行された「大気浄化法」(Clean Air Act) は、1977 年に改正され、同法により含酸素燃料であるバイオエタノールの使用を米国政府が初めて認可した。1978 年には「エネルギー税法」(Energy Tax Act) が成立し、バイオエタノール 10% 以上を混合したガソリンに対し連邦税が減免された。1990 年には改正大気浄化法 (Clean Air Act Amendments) の施行により、連邦政府の環境基準のうち、オゾン基準値が達成できていない地域を対象に、EPA (環境保護局) から含酸素燃料の添加 (2.0~2.7%) が義務付けられた。このため、米国ではオクタン価が向上し、一酸化炭素排出削減効果のあるバイオエタノールおよび MTBE (メチル・ターシャリー・ブチル・エーテル)<sup>1)</sup> がガソリン添加剤として需要が拡大した。しかし、地中に埋められたパイプラインやガソリンタンクの亀裂によって漏れた MTBE が地下水を汚染し、MTBE が混入した飲料水に発癌性の疑いがあることが、カリフォルニア州の調査で判明した。このため、1999 年 3 月カリフォルニア州は、ガソリンへの添加物である MTBE の使用を禁止する決定を行ったことを契機に、25 州が MTBE の使用を禁止することを表明した。

米国では、連邦政府によるバイオエタノールをガソリンに混合した燃料に対するガソリン税を控除する優遇税制措置 (51 セント/ガロン<sup>2)</sup>) を適用するとともに、輸入バイオエタノールに対して 54 セント/ガロン (14.3 セント/ℓ) の関税を賦課することにより、国内バイオエタノール産業を保護している<sup>3)</sup>。また、小規模バイオエタノール生産者に対する所得税控除や商品金融公社 (CCC) によるバイオエタノール製造業者に対する補助措置等がある。さらに、連邦政府とは別に州政府でも、10 州ではガソリン売上税の減免措置を行っているほか、17 州ではバイオエタノール製造業者に対する補助措置を行っている。米国におけるバイオエタノール需要量は、1992 年に 720 百万ガロン (272 万 Kℓ) から 2004 年には 2,357 百万ガロン (892 万 Kℓ) へと拡大する一方、MTBE 需要量は 1992 年には、11.8 億ガロン (445 万 Kℓ) から 1999 年には

34.1 億ガロン(1,289 万 Kl)へと拡大したが、2002 年以降は下落傾向にあり、2004 年は 18.2 億ガロン(687 万 Kl)となった (USDE-EIA 2006)。



(資料) EIA, USDE(2006), "Annual Energy Outlook 2006".

図 1 アメリカにおける MTBE 需要量とバイオエタノール需要量の推移

- ・ 連邦ガソリン税の優遇措置(13セント/リットル)
- ・ 小規模バイオエタノール生産者(22.7万kl未満)への所得税控除(5,678klを上限として2.6セント/リットル)
- ・ E85用のガソリンスタンドのインフラ整備(30%の所得税控除か3万ドルを上限とする補助)
- ・ 商品金融公社(CCC)から事業者に対する補助(2005年度:前年度からの生産量増加分に応じて基金から3.2セント/リットルの配分)。
- ・ 輸入バイオエタノールに対して54セント/ガロン(14.3セント/リットル)の関税を賦課。

図 2 アメリカ連邦政府のバイオエタノール助成・保護措置

生産量については 1990 年から 2006 年にかけて年平均 10.4%増加しており、特に 2000 年以降は MTBE からの代替効果により、同 16.9%増加している。米国は 2005 年にはブラジルを抜いて世界最大の生産国となり、これ以降も拡大を続けている。また、2007 年 1 月現在、米国

では 110 の工場でバイオエタノールが生産されており、現在の製造能力は 54.9 億ガロン (2,079 万 Kl) である。この他に、現在 76 の新規のバイオエタノール工場が建設中又は拡張工事中であり、2007 年には 56.4 億ガロン (2,133 万 Kl) の製造能力が追加されることになる (RFA 2007)。

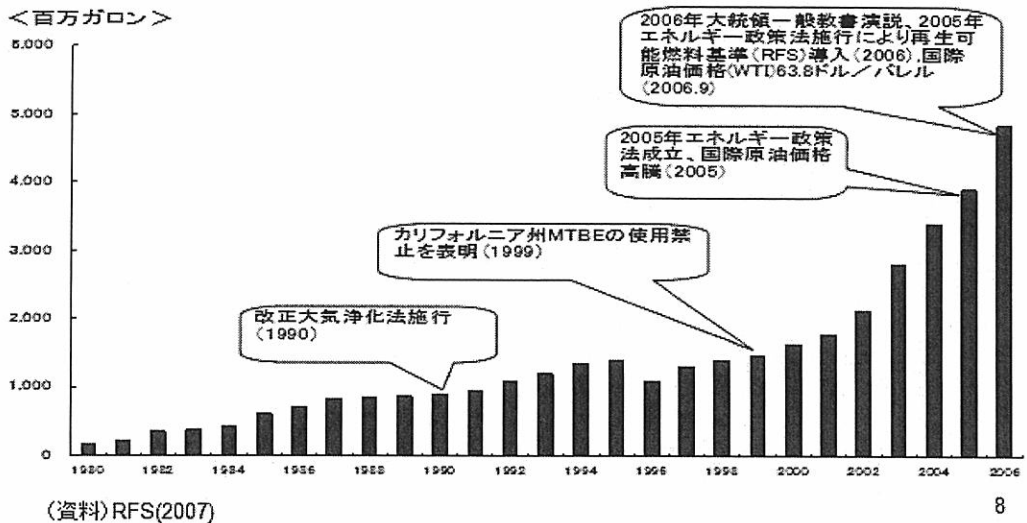


図3 アメリカのバイオエタノールの生産量の推移

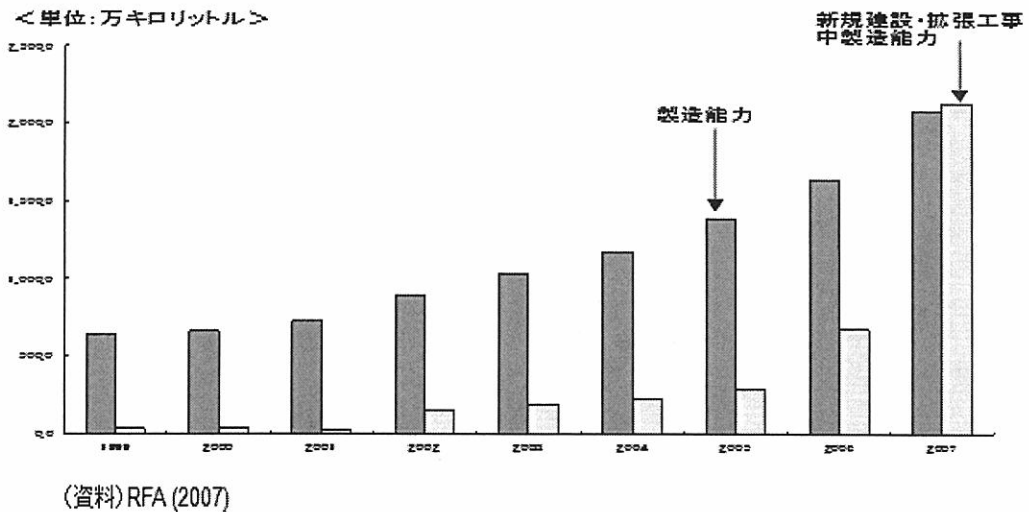
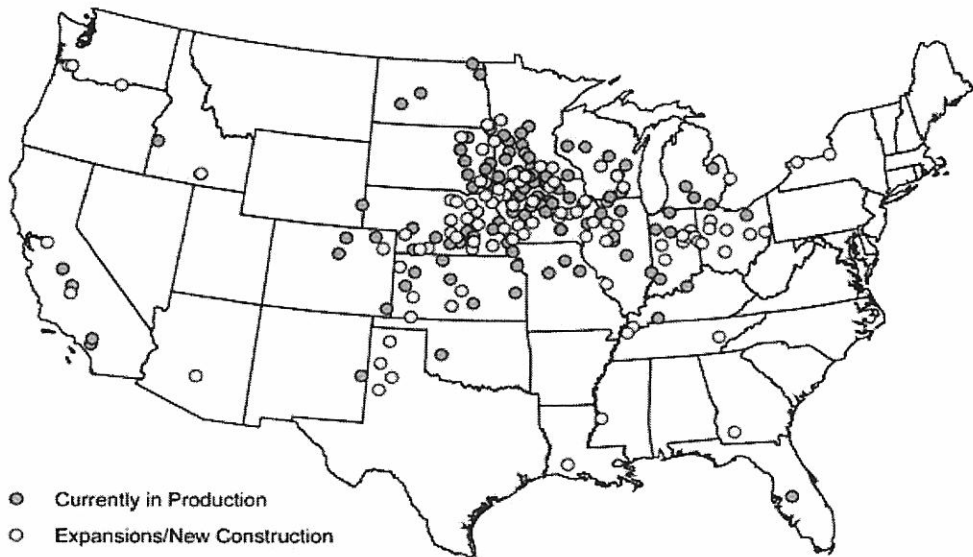


図4 アメリカのバイオエタノール製造能力



(資料) RFA (2007)

図5 アメリカのバイオエタノール工場

## 2) 今後の政策の展開方向

米国におけるエネルギー政策全般の中期的な政策指針を定めた「2005年エネルギー政策法 (Energy Policy Act of 2005)」は2005年8月8日に成立し、バイオエタノールを主とする再生可能燃料の使用量を義務付ける「再生可能燃料基準 (RFS, Renewable Fuel Standard)」が盛り込まれた。

再生可能燃料基準では、自動車燃料に含まれるバイオ燃料の使用量を2006年の40億ガロン (1,514万Kℓ) から2012年までに年間75億ガロン (2,839万Kℓ) まで拡大することを義務化した。ブッシュ大統領は、2006年一般教書演説において米国が石油依存度を下げる重要性を示し、この対策として、2012年までに、わら、干し草、木材チップ等セルロース系原料からのバイオエタノールの実用化や石油代替エネルギーの技術開発を重点項目として示した。

さらに、2007年米国大統領一般教書演説において、中東諸国に対する石油依存度を軽減するためにエネルギーの多様化を推進し、今後10年間でガソリン消費量を20%削減する目標を表

明した。バイオ燃料については木材チップ、牧草、農業廃棄物などを原料とする新たなバイオエタノール生産技術の開発等を推進するとともに、2017年までにバイオエタノールを中心とする再生可能燃料についての義務目標を年間350億ガロン（約13,200万KL）に設定する必要性を訴えた。これを受けて、2007年6月に可決された「エネルギー政策法」上院案では、2022年までに360億ガロンの再生可能燃料基準を導入し、うち210億ガロンはセルロース系原料由来のバイオエタノール等を義務付ける案が示された。一方、2007年8月に可決された同法下院案では、現行を上回る更なる再生可能燃料基準の導入は盛り込まれなかった。再生可能燃料基準以外にも「エネルギー政策法」上下院案ではその内容に大きな隔たりがあるため、両院協議会で一本化の作業が行われている（2007年8月現在）。

表1 再生可能燃料基準(RFS)による使用義務

	再生燃料導入量
2006年	40億ガロン（約1,500万KL）
2007年	47億ガロン（約1,800万KL）
2008年	54億ガロン（約2,000万KL）
2009年	61億ガロン（約2,300万KL）
2010年	68億ガロン（約2,600万KL）
2011年	74億ガロン（約2,800万KL）
2012年	75億ガロン（約2,840万KL）

## 2. バイオエタノール生産の拡大と食料需給への影響

### 1) 米国のバイオエタノール生産拡大がとうもろこし需給等へ与える影響

米国農務省が2007年2月に発表した“USDA Agricultural Baseline Projections to 2016”（USDA 2007b）では、平年並みの天候および現行の農業政策が、米国のみならず世界各国・地域において今後も継続する等の前提において、米国のとうもろこし生産量は、2005/06年度から2016/17年度にかけて年平均2.0%増加することが予測されている。同期間中、総需要量は年平均2.2%の増加となっており、このうち飼料用需要量は同0.2%の減少、バイオエタノール用需要量は同8.7%の増加が予測されている。また、バイオエタノール用需要量の全需要量

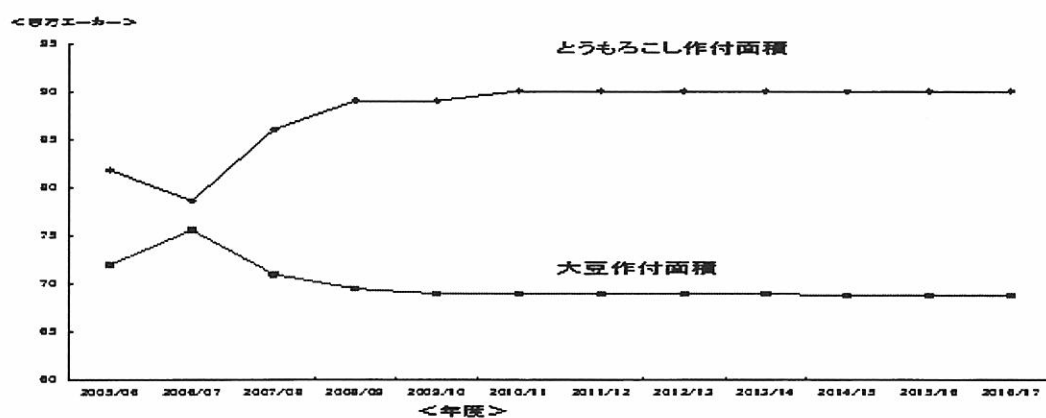
に占める割合も、2005/06年度の17.6%から2016/17年度の36.8%に拡大し、とうもろこし全需要量に占めるバイオエタノール用需要量は、今後も拡大することが予測されている。さらに、期末在庫量は同期間中、年平均7.2%減少することが予測されており、2005/06年度に50,063千トンあった期末在庫量は、2016/17年度には20,447千トンと半分以下の水準となり、とうもろこしの生産者価格は予測期間中、年平均4.3%の上昇となることが予測されている。

表2 アメリカのトウモロコシの需給予測

(単位:1,000トン)

	生産量	輸入量	輸出量	期末在庫量	需要量	需要量の構成	
						うち飼料用 需要量	うちバイオエタ ノール用需要量
2005/06	282,245	229	54,534	50,063	231,572	155,854	40,716
2006/07	272,923	254	55,880	23,749	243,586	153,670	54,610
2007/08	306,451	381	48,895	16,764	264,922	147,955	81,280
2008/09	322,072	508	46,990	15,748	276,606	146,685	93,980
2009/10	326,009	635	46,990	14,732	280,670	145,415	99,060
2010/11	334,010	508	48,895	16,256	284,099	146,050	101,600
2011/12	337,947	508	50,800	17,018	286,893	146,685	103,505
2012/13	342,011	508	52,070	17,780	289,687	147,320	105,410
2013/14	345,948	508	53,340	18,415	292,481	148,590	106,680
2014/15	350,012	508	54,610	19,050	295,275	149,860	107,950
2015/16	353,949	508	55,880	19,431	298,196	151,130	109,220
2016/17	358,013	508	57,150	20,447	300,355	151,765	110,490
2005/06- 2016/17年度平 均増加率	2.0%	6.9%	0.4%	-7.2%	2.2%	-0.2%	8.7%

(資料) USDA(2007), "USDA Agricultural Baseline Projections to 2016".



(資料) USDA(2007), "USDA Agricultural Baseline Projections to 2016".

図6 アメリカのトウモロコシと大豆の収穫面積の予測

米国農務省が 2007 年 5 月に発表したレポート”Ethanol Expansion in the United States-How will the Agricultural Sector Adjust?” (USDA 2007a) では、上記予測の解説版として、バイオエタノール需要拡大により、今後ともよろこし価格は上昇するという直接的影響の他に、間接的影響として 2005/06 年度から 2016/17 年度の予測期間中、大豆価格の上昇（予測期間中年平均 1.5%上昇）、飼料価格上昇による畜産物小売価格の上昇（予測期間中牛肉年平均 1.5%上昇、豚肉同 1.4%上昇、鶏肉同 1.6%上昇）をもたらすことを発表した。

また、アイオワ州立大学の研究チームは 2007 年 5 月にバイオエタノール生産の増加に伴う飼料価格高騰等により、10 年後の食品価格は上昇するとの研究成果を発表した (Tokgoz etc.2007)。特に、予測期間である 2006~2016 年にかけて輸入原油価格が約 60~54 ドル/バレルで推移することを前提としたベースライン予測に対して、予測期間中更に 10 ドル/バレル上昇するシナリオを設定したところ、ベースライン予測に対して 2016 年の米国の食肉価格全体で 6.3%、うち鶏肉価格が 8.5%、豚肉価格が 7.5%、牛肉価格が 6.8%上昇し、米国のともろこし輸出量は 62.8%減少すること等を予測している<sup>4)</sup>。なお、アイオワ州立大学が行った研究は、米国畜産関係団体等がスポンサーとなっているため、バイオエタノール需要拡大による飼料価格高騰を懸念する畜産関係団体の意向が強く働いている点に留意する必要がある。

## おわりに

2005 年に米国は、これまで最大のバイオエタノール生産国であったブラジルを抜いて世界最大の生産国となり、2007 年には世界のバイオエタノール生産の 42%を占めることになる。特に、2006 年以降、米国では「石油の中東依存」体質からの脱却という国家としてのエネルギー安全保障上の課題を強力なインセンティブとし、再生可能燃料としてのバイオエタノールの更なる普及拡大を図るとともに大幅な増産を行っている。米国政府は、中長期的にセルロース系原料からのバイオエタノール生産を拡大していく方針を示しており、これが現実化すればともろこし需給におけるバイオエタノール増産圧力を緩和することが期待できるが、現在の技術水準では商業的実用段階には達していないため、しばらくは再生可能燃料供給の大部分をとう



もろこしを主原料とするバイオエタノールに依存する状況が続くものと思われる。

とうもろこしを主原料とするバイオエタノール需要量は、今後も拡大することが見込まれるが、これはバイオエタノール向けと飼料用、糖化用、食用、その他工業用向けとの競合が今後も激化することを意味する。このため、需要量が増大するバイオエタノール需要量に対して、とうもろこし生産がキャッチ・アップ出来るかが今後の需給動向の鍵を握る。

米国農務省の予測では、遺伝子組み換え品種の作付け比率の増加、栽培技術の向上、大豆からとうもろこしへの作付け比率の増加に伴い、今後も着実にとうもろこしの生産量および輸出量は増加していくことを予測している。しかしながら、この予測どおり将来の需給が推移しても、とうもろこしの価格は今後も上昇し、大豆、畜産物価格の上昇をもたらすことは避けられない展開となる。今後のとうもろこしの期末在庫量の大幅な減少予測は需給の「バッファー機能」の低下による不安定要因として懸念される。また、米国農務省の予測は平年並みの天候を前提としているため、今後の天候要因により生産量が減少する場合は、生産量の伸びがバイオエタノール向け国内とうもろこし需要量の増加を中心とする需要量の伸びを下回り、輸出量が減少する可能性もある。さらに、2007年一般教書演説でも言及されたように、現行の目標を超える更なる再生可能燃料基準が法制化された場合、更にバイオエタノール需要は増大し、とうもろこし需給のみならず大豆・畜産物需給にも更なる影響を与えることが考えられる。このため、今後のとうもろこし需給のみならず関連農畜産物需給にも影響を与える米国におけるバイオ燃料政策、特に現行の目標を超える更なる再生可能燃料基準の法制化の動きには、十分注意が必要である。

注 1) MTBE は含酸素添加燃料としての機能のほか、オクタン価向上剤としてガソリンに添加して使用。

2) 1 ガロン=3.785ℓ。

3) 関税については、輸入バイオエタノールについても米国内で連邦ガソリン税控除措置が適用されることを「相殺」する目的もある。

4) アイオワ大学の研究では米国の他、日本を含む世界主要国・地域における穀物・畜産物需給についても予測を行った。

### 引用文献

F.O.Licht, *F.O.Licht World Ethanol & Biofuels Report*, F.O.Licht,2007.

RFA (Renewable Fuels Association), *Industry Statistics*,2007.

<http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/>.

Tokgoz, S. etc, “Emerging Biofuels:Outlook of Effects on U.S.Grain, Oilseed, and Livestock Markets”, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Staff Report 07-SR 101, 2007.

USDA (U.S. Department of Agriculture),(2007a), *Ethanol Expansion in the United States, How will the Agricultural Sector Adjust?*, FDS-07D-01,2007.

USDA (U.S. Department of Agriculture),(2007b), *USDA Baseline Projections to 2016*, OCE-2007-1, 2007.

USDA-FAS (Foreign Agricultural Service, U.S. Department of Agriculture), (2007b), *Price Supply & Distribution Views*, 2007.

<http://www.fas.usda.gov/psd/intro.asp>.

USDA-EIA (Energy Information Administration, U.S. Department of Energy), *Annual Energy Review*, DOE/EIA-0384,2006.

(おわり)