

米国におけるガソリンの需給動向¹

計量分析ユニット計量分析・需給予測グループ マネージャー 森田裕二

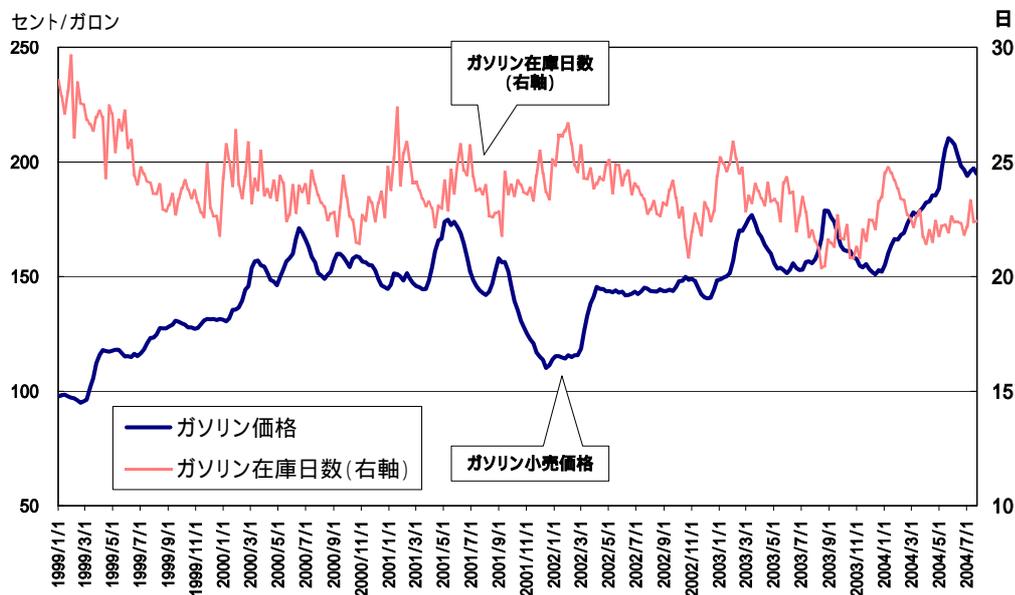
はじめに

米国 DOE/EIA の発表²によると 2004 年 8 月 2 日時点における全米平均のガソリン小売価格（税込み）はガロン当たり 188.8 セント（49.9 セント/L）であった。最高値をつけた 2004 年 5 月 24 日の 206.4 セントからは 18 セント程度下落してはいるものの、依然として前年同期比では 35.2 セント高の状況にある。

一方、2004 年 7 月 30 日現在のガソリン在庫は 210.1 百万バレルと前年同期比で 8.3 百万バレルの増加を示しており、最高値をつけた時点における在庫量（5 月 21 日）が 203.0 百万バレル、対前年同期比 2.0 百万バレルの低い水準であったことから見ると在庫水準としては回復基調にあるように見受けられる。

ただ、ガソリン在庫量を油種別に見ると、RFG（リフォーミュレーテッドガソリン）は 24.2 百万バレルと 5 月 21 日の 24.3 百万バレルからはむしろ減少しており、また前年 7 月平均の 38.2 百万バレルからは大きく減少している。ガソリンの在庫量を同時期の販売量で除した値である在庫日数（Days of Supply）で見ると、昨今の在庫日数の低下に従ってガソリンの小売価格が上昇に転じている様子が見取れる。在庫日数は 1990 年代の 32-33 日から現在では 22 日程度にまで低下しており、近年の合理化の進展によって供給の柔軟性が失われていないか懸念されるところである。

図 1 ガソリン小売価格と在庫日数の推移



（出所）DOE のデータより作成

世界の原油価格の指標となっている米国の WTI 原油の価格は、世界の原油の需給動向や

¹ 本報告は（財）日本エネルギー経済研究所・計量分析ユニット刊、EDMC エネルギートレンド 2004 年 8 月号に掲載したものです。

² This Week in Petroleum Aug.4, 2004

これを取り巻く政治情勢などさまざまな要因により大きく影響を受けるが、元来は米国テキサス州を中心に生産される軽質低硫黄の原油であることから、米国内の石油製品のファンダメンタルな需給バランスによっても価格が左右されることは避けられない。

2004 年 1 月からは米国西海岸のカリフォルニア州と東海岸のニューヨーク州、コネチカット州でガソリンに MTBE を混合することが禁止され、石油会社は MTBE に代えてエタノールの使用を余儀なくされた。DOE はニューヨーク州、コネチカット州でエタノール混合ガソリンへの移行が円滑に行なわれない場合には、短期的に 30～40 セント/ガロン程度の価格上昇は避けられないとの見通しを示していた³。同時に、全米でガソリンに含まれる硫黄分の低減も実施された。米国の製油所はフル稼働に近い状況にあり、景気の回復に伴う夏期のガソリン需要増に対応し切れていないという指摘もある。

ガソリンは 2003 年における全石油製品需要 2,004 万 B/D の約 45%、894 万 B/D を占める主力商品であり、ガソリンの需給動向は WTI 原油の価格に大きな影響を及ぼすものと考えられる。即ち、ガソリンの需給逼迫は軽質かつ近接地に存在するという意味から WTI 原油の調達に弾みをつけ、結果的に WTI 原油の価格上昇につながる事が予想される。以下、エタノール混合ガソリンの動向を中心に米国におけるガソリンの需給状況について概説する。

1. ガソリンの需給

米国で販売されるガソリンは、オクタン価ではレギュラー (regular、オクタン価 87)、中間グレード (midgrade、同 89)、プレミアム (premium、同 91 以上) の 3 種類があり、品質では一般ガソリン (conventional)、含酸素ガソリン (oxygenated)、RFG (reformulated、リフォーミュレーテッドガソリン、改質ガソリン) の 3 種類がある。

表 1 ガソリンの種類別、地域別販売量 (2003 年、単位：千 B/D)

	レギュラー	中間	プレミアム	合計		PADD別				
				構成比 %		PADD I	PADD II	PADD III	PADD IV	PADD V
在来型ガソリン	4,810	374	607	5,793	64.8	1,961	2,003	996	230	343
含酸素ガソリン	229	38	24	290	3.3	0	161	12	57	88
RFG	2,176	219	452	2,850	31.9	1,230	347	307	0	1,066
合計	7,214	631	1,083	8,933	100.0	3,190	2,511	1,316	286	1,498
構成比 %	80.8	7.1	12.1	100.0		36.2	28.5	15.0	3.3	17.0

(注) 種類別の合計と PADD 別の合計は値が一致しない

(出所) DOE/EIA, Petroleum Marketing Annual 2003

含酸素ガソリンは含酸素化合物を酸素量換算で 2.7Wt% (重量%) 以上混合したガソリンで、大気中の一酸化炭素濃度未達成の地域において冬期に使用される。RFG は大気中のオゾン濃度未達成の地域において販売される、最低 2.0Wt% の含酸素化合物を混合したガソリンである。いずれも含酸素化合物として MTBE、エタノール、ETBE (エチルターシャリーブチルエーテル)、TAME (ターシャリアミルメチルエーテル) などが用いられるが、コスト等の関係から MTBE とエタノールの利用が主流となっている。

ガソホールとはガソリンにエタノールを 10 容量% (Vol%) 混合したもので、統計上は大気中の一酸化炭素基準未達成地域で少なくとも 2.7 Wt% の酸素を含むガソリンとして販売されるものは含酸素ガソリンに、他の地域における販売量は一般ガソリンあるいは RFG に含まれている⁴。

³ EIA, Preparations for Meeting New York and Connecticut MTBE Bans, Oct. 2003

⁴ Renewable Fuels Association によると全米で販売されるガソリンの 30% 以上が何らかの混合比率でエタノールを使用している。

2003 年の販売量では、オクタン価別にはレギュラーガソリンが全体の 80.8% を占め、中間グレード、プレミアムガソリンはそれぞれ 7.1%、12.1% となっている。また、品質別には一般ガソリンが 64.8%、含酸素ガソリン、RFG がそれぞれ 3.3%、31.9% を占めている。ガソリンの市場としては東海岸 (PADD I) が 36.2% と最も大きく、次いで五大湖を中心とする中西部 (PADD II) 28.5%、西海岸 (PADD III) 17.0% の順となっている。RFG の市場は PADD I (全体の 41.6%) と PADD V (同 36.1%) に偏在しており、この地域の大气汚染の深刻さをうかがわせる。

2003 年における PADD 別のガソリン需給を見ると、特に PADD I は地域内の製油所での生産能力が不足しており、多くを輸入または域外からの供給に依存している。特に RFG は総需要量 122 万 B/D のうち域内の生産は 66.5 万 B/D、54% に過ぎない。この点が PADD I と他の地域とは異なる点で、他の地域では RFG のほぼ全量が域内の製油所から供給されている。

表 2 ガソリンの PADD 別需給 (2003 年、単位: 千 B/D)

		生産	輸入	移入	輸出	供給
PADD I	ガソリン計	1,141	487	1,578	3	3,216
	RFG	665	245	299		1,222
	含酸素ガソリン	66	0	1		66
	その他	411	243	1,279	3	1,928
PADD II	ガソリン計	2,019	2	545	1	2,561
	RFG	352	0	15		367
	含酸素ガソリン	751	0	0		751
	その他	916	2	530	1	1,443
PADD III	ガソリン計	3,616	6	-2,207	114	1,312
	RFG	639	2	-334	1	311
	含酸素ガソリン	30	0	-1		29
	その他	2,947	4	-1,872	113	973
PADD IV	ガソリン計	277	1	7		286
	RFG	0	0	0	0	0
	含酸素ガソリン	55	0	0	0	55
	その他	222	1	7		230
PADD V	ガソリン計	1,447	22	77	7	1,560
	RFG	1,058	2	20	1	1,096
	含酸素ガソリン	133	0	0		133
	その他	256	20	57	6	330
合計	ガソリン計	8,501	518		125	8,935
	RFG	2,715	249		2	2,995
	含酸素ガソリン	1,034	0			1,035
	その他	4,752	269		124	4,905

(注) 移入は他の PADD から受入れたネットの量を示す

(出所) DOE/EIA, Petroleum Supply Annual 2003

また、PADD I は製品ガソリンの輸入だけでなく、ガソリンの混合基材、あるいは含酸素化合物の輸入も盛んに行なっている。従って、これらの輸入が円滑に行なわれない場合には PADD I のガソリン需給は大きな影響を受けることになる。

表 3 ガソリン、混合基材等の PADD 別輸入量 (2003 年、単位: 千 B/D)

	PADD					合計
	I	II	III	IV	V	
含酸素化合物	21	0	0	0	23	44
燃料エタノール	0	0	0	0	1	1
MTBE	19	0	0	0	22	41
その他	2	0	0	0	0	3
ガソリン混合基材	294	0	41	0	32	367
ガソリン	487	2	6	1	22	518
RFG	245	0	2	0	2	249
含酸素ガソリン	0	0	0	0	0	0
その他	243	2	4	1	20	269

(出所) DOE/EIA, Petroleum Supply Annual 2003

米国では石油製品の輸送の大半をパイプライン輸送に依存しており、全米にパイプライン網が発達している。特に石油精製の中心地である PADD III(メキシコ湾岸)からは PADD I、PADD II に向けて多くの石油製品が出荷されている⁵。

表 4 ガソリン、混合基材の PADD 間の移動量 (2003 年、単位: 千 B/D)

出荷地	PADD I	PADD II				PADD III				PADD IV		PADD V
		I	III	IV	V	I	II	IV	V	II	V	
受入地	II	I	III	IV	I	II	IV	V	II	V	I	
ガソリン混合基材	2	1	0	0	3	145	0	22	0	0	0	
ガソリン	210	20	31	19	1,767	384	28	59	21	20	2	
RFG	0	0	14	0	299	29	0	20	0	0	0	
含酸素ガソリン	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
その他	210	20	17	19	1,467	355	28	39	21	20	2	
合計	212	21	31	19	1,770	529	28	82	21	20	2	

(出所) DOE/EIA, Petroleum Supply Annual 2003

2004 年 1 月、PADD I のガソリン市場の中心であるニューヨーク州、コネチカット州はガソリンに MTBE を混合することを禁止した⁶。これにともない、両州で販売される RFG には MTBE に代わる含酸素化合物としてエタノールが使用されることになった。ただ、エタノール混合ガソリンは吸水するとエタノールが分離することからパイプラインでは輸送することが出来ない。また、後述のようにエタノールを混合するガソリン基材としては蒸気圧を低く抑えた専用の混合基材 (RBOB、Reformulated Gasoline Blendstock for Oxygenate Blending) が必要となる⁷。

石油会社は RBOB をパイプラインで各地のターミナル (油槽所) に輸送し、ガソリンスタンドにタンクローリーで届ける直前の段階でエタノールと混合し RFG を製造する。この方式は、パイプラインで最終製品を需要地に輸送する方式に比較し、コスト高につくとともに供給の柔軟性を失わせる。従って、製油所での RBOB の生産あるいは輸入、パイプライン等による輸送、ターミナルにおけるエタノールとの混合といった一連の流れがスムーズに行なわれないとガソリンの需給は大きな影響を受け、ガソリン価格の上昇につながることになる⁸。

⁵ メキシコ湾の PADD III から Colonial Pipeline でニューヨーク港に輸送する期間は 18~19 日、ヨーロッパあるいはベネズエラからの輸入には約 2 週間を要する。

⁶ PADD I 全体の RFG 需要の 1/3 を占める。

⁷ 特に夏期規格の RFG ガソリンに使用する RBOB は冬期の RBOB よりも RVP を更に低くする必要がある。

⁸ この点で、PADD I 向けにガソリンを輸出しているヨーロッパの石油精製会社がコスト高の RBOB の生産に踏み切るか否かが PADD I の需給バランスを占う鍵となる。

1.1 MTBE、エタノールの生産

MTBE は製油所においてイソブチレンから、化学会社においてはブタンもしくはイソブタンから合成される。MTBE の生産量は 1990 年の 83 千 B/D から 1994 年には 161 千 B/D に増加し、RFG プログラムが開始された 1995 年以降は更に増加を続けた。RFG プログラムの開始当初は MTBE の用途は RFG あるいは含酸素ガソリンブレンド用であったが、近年では一般ガソリンのオクタン価向上用の基材としても使用量が増加していた⁹。ただ、米国各州における MTBE 使用禁止の動きを受けて、2004 年以降の生産量は減少傾向にある。

表 5 MTBE、エタノールの生産量 (単位: 千 B/D)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
MTBE	2001年	148	193	213	236	232	234	222	219	213	225	216	198
	2002年	180	173	197	221	230	232	211	210	204	189	198	206
	2003年	170	167	181	208	194	167	168	160	170	155	144	129
	2004年	107	115	135	123	142							
エタノール	2001年	115	116	113	108	108	110	112	113	116	121	126	124
	2002年	135	122	128	126	129	123	128	136	145	159	166	176
	2003年	177	169	175	179	175	181	178	180	190	188	194	207
	2004年	209	211	214	218	221							

(出所) DOE/EIA

一方、エタノールはほぼ 90% がトウモロコシから生産されており、ごく一部化学合成品がこれに加わる。エタノールの生産はトウモロコシの主生産地である PADD II のイリノイ、ネブラスカ、アイオワ、ミネソタの各州に集中している。

表 6 トウモロコシの用途 (単位: 百万ブッシェル)

	2002年		2003年	
	百万ブッシェル	シェア%	百万ブッシェル	シェア%
飼料	5,600	57.8	5,775	56.5
輸出	1,850	19.1	1,975	19.3
食品、工業用等	2,245	23.2	2,480	24.2
エタノール生産	900	9.3	1,120	10.9
フルクトース	545	5.6	535	5.2
コーンスターチ	250	2.6	260	2.5
甘味料	212	2.2	225	2.2
シリアルその他	187	1.9	188	1.8
酒類	131	1.4	132	1.3
種苗用	20	0.2	20	0.2
合計	9,695	100.0	10,230	100.0

(出所) National Corn Growers Association

2003 年における全米のトウモロコシ生産量は 102.3 億ブッシェル(1 ブッシェル = 35.25 リットル)で¹⁰、このうち約 57% が飼料用、19% が輸出されている。エタノールの生産に使用されるトウモロコシの量は 11.2 億ブッシェル、全需要量の約 11% に達しており、前年の 9 億ブッシェルから大きく増加している¹¹。Renewable Fuels Association によると 2004 年 2 月現在における全米の燃料用エタノール生産能力は 241.3 千 B/D(年産約 37 億ガロン)である。この生産設備の殆どがトウモロコシの主要生産地である中西部地域(PADD II)に集中している。

⁹ エタノールは蒸気圧が高いことから冬期に使用されることが多い。一方、MTBE はガソリンよりも蒸気圧が低いことから、むしろ夏期の蒸気圧抑制用基材として使用されることがある。

¹⁰ 9 月 1 日 ~ 8 月末の作物年ベース

¹¹ 平均的にはトウモロコシ 1 ブッシェルから 2.5 ガロンのエタノールが生産される。

表7 エタノールの生産能力 (2004 年 2 月現在)

	百万ガロン/年	千B/D
PADD I	0.0	0.0
PADD II	3,663.6	239.0
PADD III	15.0	1.0
PADD IV	10.5	0.7
PADD V	9.7	0.6
計	3,698.8	241.3

(出所) Renewable Fuels Association

図2 エタノール生産プラントの分布 (2003 年)
U.S. Ethanol Fuel Plants, 2003



(出所) Renewable Fuels Association

燃料用エタノールの用途の大半が RFG の混合基材用であり、2003 年の実績では全消費量の 48% を占めている。RFG 用の消費量は 2002 年からほぼ倍増している。また、一般ガソリンの混合用にも約 34% が利用されている。

表8 燃料用エタノールの用途

用途	目的	消費量			
		2002年		2003年	
		百万バレル	千B/D	百万バレル	千B/D
RFG	含酸素化合物	16.7	45.7	32.1	88.1
含酸素ガソリン(冬季)	含酸素化合物	6.0	16.3	6.0	16.3
ミネソタ州含酸素ガソリン	含酸素化合物	6.0	16.3	6.2	17.0
一般ガソリン	オクタン価向上材、ガソリン基材	21.4	58.7	22.6	62.0
合計		50.0	137.0	66.9	183.3

(出所) Renewable Fuels Association

2. ガソリン品質規制の動向

1963年に施行された大気浄化法（Clean Air Act）は、1970年の大気汚染対策プログラムをベースとしてその後数度の修正が行なわれた。1977年の修正では石油依存度を下げるために代替ガソリンとして含酸素燃料の使用を認めた¹²。

1990年の改正大気浄化法（CAAA: Clean Air Act Amendments）はEPA（Environmental Protection Agency）に特定の大気汚染物質に対し汚染基準（NAAQS: the National Ambient Air Quality Standards）を定める権限を与えた。規制の対象となる大気汚染物質としては一酸化炭素（CO）、NO_x、オゾン（スモッグ）、粒子状物質（PM）、二酸化硫黄（SO₂）及びガソリン中の鉛分の6種が定められた。

表9 ガソリンの主な品質規制の推移

	実施年
Phase 1 Summer Volatility (RVP)	1989年6月
Phase 2 Summer Volatility (RVP)	1992年5月
Oxygenated Gasoline	1992年11月
Reformulated Gasoline Phase 1	1994年12月
Reformulated Gasoline Phase 2	2000年1月
ガソリン中の硫黄分含有量の強化	2004年1月

当時、NAAQSの基準を達成している地域は殆ど無い状態であった。EPAは1991年11月に基準未達成の地域（オゾン：98、CO：42、PM：71、鉛：12地域）をそれぞれ選定し、COあるいはオゾンの基準未達成の地域に対して以下に述べる含酸素ガソリンあるいはリフォーミュレーテッドガソリンの導入を求めた。

2.1 含酸素ガソリンの導入

CO（一酸化炭素）未達成の地域に対しては、冬期における自動車の排気ガス中のCOを削減する目的から、冬期の3ヶ月以上の期間にわたり含酸素ガソリン（Oxygenated Gasoline）を導入することが求められた。1992年11月以降、これらの地域で販売されるガソリンについては、2.7Wt%以上（基準が達成されない場合には3.1Wt%）の含酸素量を含むことと定められたが、どの含酸素化合物を使用すべきかについては定めを行なわなかった。この量はMTBEでは15.0Vol%、エタノールでは7.7Vol%に相当する。表1に示したように含酸素ガソリンの販売量は2003年の年間平均で3.3%を占めている。

2.2 リフォーミュレーテッドガソリン（RFG）の導入

RFG（Reformulated gasoline）プログラムは夏期のオゾン増加時に、自動車の排気ガス中に含まれるオゾン形成物質を削減し、同時に通年においてもNO_xならびに有害物質の量を減らす目的で実施された。RFGは米国の特定地域（オゾンに関する環境基準に未達成で、かつ汚染状態が悪化している9地域¹³）に導入された。また、環境基準が未達成であるが汚染状態がさほど悪化していない地域においては、達成のための手段としてRFGの義務付けを選択（opt in: オプトイン）することが可能とされた。

組成に関する規定では、ベンゼン等の有害化学物質の含有量は通年を対象とし、ベンゼンは1.0Vol%、芳香族分は25Vol%を超えてはならないとされた。VOC's（揮発性有機化合物: Volatile Organic Matter）の含有量は夏期を規制の対象とし（従って夏期におけるRFGの

¹² Clean Air Act Amendments of 1977, Pub. L. No. 95-95, 91 Stat. 685.

¹³ Los Angeles, San Diego, Chicago, Houston, Milwaukee, Baltimore, Philadelphia, Hartford, New York City

品質規格は冬期とは異なる)、全国を北部と南部の 2 地域に分けて規制値が定められた¹⁴。NO_xの排出量は 1990 年の「ベースライン」ガソリンの水準を超えないこととされ、RFG 中の酸素化合物は最低 2.0 Wt% ~ 最大 2.7% と定められた。これは MTBE では 11.7Vol%、エタノールでは 5.7Vol% に相当する。

RFG には組成に関する以上のような規定の他に自動車からの排出ガスに関する規定があり、1998 年から使用されているコンプレックスモデルと呼ばれる計算式により排出規格の合否判定が行なわれる¹⁵。

当初、冬期の含酸素ガソリンプログラムは、その販売量において RFG ガソリンよりも重要な地位を占めていた。因みに 1994 年における含酸素ガソリンのシェアは全体の 9% であるのに対し、RFG は 2% に過ぎなかった。しかし、表 1 の通り現在では含酸素ガソリンは 3.3%、RFG は 31.9% とその地位は逆転している。

2.3 ガソホールの導入

1992 年の Energy Policy Act (EPACT) 以前においては、ガソホールはガソリンと少なくとも 10Vol% の燃料アルコールとの混合物であると定義されていたが、EPACT は更に 7.7% ガソホール (7.7 ~ 10Vol%) と 5.7% ガソホール (5.7 ~ 7.7Vol%) の 2 つのカテゴリーを加えた。7.7% ガソホールは通常冬期の含酸素ガソリンとして使用され、5.7% ガソホールは RFG で定義される最低 2.0 Wt% の含酸素量に見合うものである。

1979 年に連邦政府はエタノールの利用を促進するためにガソホールに対するガソリン税 (現行 18.4 セント/ガロン) の一部を控除する決定を下した。現在、10% のエタノールを含むガソホールに対する現在の控除額は 5.2 セント/ガロン (即ち税額では 13.2 セント/ガロン) となっており¹⁶、これはエタノール 1 ガロンあたり 52 セント (21.84 ドル/バレル) に相当する¹⁷。

エタノールに対する税控除は従来の 53 セント/ガロンから 2003 年に 52 セント/ガロンに低減されており、2005 年には 51 セント/ガロン、2006 年末には撤廃される予定である。なお RFG にはエタノールを 5.7% 混合すればよいことになるが、2004 年 1 月から MTBE の使用が禁止されたカリフォルニア州、ニューヨーク州、コネチカット州ではエタノールに対する税控除を最大限に利用するために 10% の混合が行なわれている。従って、ガソリン基材の RBOB も 10% 混合に対応して蒸気圧 (RVP) の調整が行なわれている。

2.4 硫黄分の規制

1999 年 12 月、EPA はオゾン等の大気基準を達成するためには、自動車の排出ガス規制を更に強化する必要があると判断し、自動車の排気ガス触媒の能力、耐久性に影響を及ぼすガソリンの硫黄分を段階的に低減させることを決定した (Gasoline Sulfur Tier 2)¹⁸。

¹⁴ 製油所、輸入業者のタンク、ターミナル、パイプラインにおける最終製品は 5 月 1 日から、小売段階では 6 月 1 日から夏期規格の供給が義務付けられており、期限は 9 月 15 日の Labor Day まで。

¹⁵ RFG は Clean Air Act Amendments of 1990 により大気中のオゾン濃度が基準を達成していない地域において使用されるガソリンとして定められたもので、含酸素燃料を含み排気ガスの性状が規格に合致せねばならない。プログラムは Phase 1 と Phase 2 から成り、Phase 1 では 1995 年から 1997 年にかけて “simple model” が、1998 年には “complex model” が要求された。Phase 2 では “complex model” が要求されている。“simple model” は蒸気圧ならびにベンゼンの低減と酸素の含有量が定められており、“complex model” ではこれに芳香族分、オレフィンの含有量、硫黄分、蒸留性状、特定の含酸素化合物の含有量が加わっている。

¹⁶ 7.7% ガソホールの税控除額は 4.0 セント/ガロン、5.7% ガソホールの税控除額は 3.0 セント/ガロン。

¹⁷ この利益が国内生産者の手に渡ることを担保するために、輸入のエタノールには 52 セント/ガロンの関税が課されており、事実上輸入は不可能となっている。

¹⁸ 脱硫設備の増強に伴う投資コストは 150 ~ 200 億ドルと予想されている (PIW, April 5, 2004)

この結果、2004 年以降に生産されるガソリン中の硫黄分は上限が 300ppm となっている¹⁹。

表 10 硫黄分規制の状況

(ppm/gal)	～2003年	2004年	2005年	2006年
製品上限値	1,000	300	300	80
企業年間平均(含輸入)	(1)340	120	90	N/A
製油所年間平均	(2)340	None	30	30

(注)(1)(2)は規制が無い。2003年の全米平均値

2.5 MSAT (Mobile Source Air Toxics) 規制

2002 年 1 月に施行された MSAT 規制は、自動車の排気ガスに含まれる有害物質をガソリンの特性に遡及して規制するもので、個々の製油所が生産する RFG ならびに在来型ガソリンの有害物質含有量を 1998 年～2000 年の間における水準（ベースライン）に維持すべく規制が行なわれている。有害物質としてはベンゼン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、1,3-ブタジエンならびに POM (Polycyclic Organic Matter、多環有機化合物) の 5 種類が指定されている。

製油所が MTBE に代えてエタノールを使用すると排気ガス中の有害物質は逆に増加する。従って有害物質を低減させるためにはベンゼンの抜き出しが硫黄分の削減が必要となる。ただ、東海岸 (PADD I) の製油所の多くは従来から低硫黄の原油を処理しており、RFG のベースラインはもともと低い状況にあった。このため、MTBE に代えてエタノールを使用した場合における製油所の対応としては RFG の生産量を減らすといった方策しか無いのが実情である。

一方、中西部 (PADD II) の製油所は従来からエタノールを使用しているために MSAT の影響はあまり大きくない。また、カリフォルニア州 (PADD V) の製油所は州が定めた CARB (California Air Resources Board) ガソリン²⁰を生産していることから MSAT の規制対象とはなっていない。従って、MSAT 規制は PADD I の製油所に最も大きな影響を及ぼしていることになる。

¹⁹ EU のガソリン品質規制では 2005 年以降 50ppm (現行 150ppm) 同時に 10ppm ガソリンの導入を開始し、2009 年以降は全量 10ppm ガソリンとすることが定められている。表 3 に示したように 2003 年に米国は基材を含め 88.5 万 B/D のガソリンを輸入したが、主な輸入元であるベネズエラなどは低硫黄ガソリンへの対応は行っていない模様で 2004 年以降の輸入はヨーロッパが中心となっている。因みにベネズエラからのガソリン・基材の輸入量は 2003 年の 5.5 万 B/D から 2004 年 1～5 月には 4.2 万 B/D に減少している (総輸入量 88.6 万 B/D)。

²⁰ 連邦規制とは異なる排気ガスモデルを用いており、一酸化炭素 (CO) を計算式に加えている。硫黄分も低い。

3. カリフォルニア州におけるエタノール導入時の課題

カリフォルニア州では 1999 年 3 月 25 日、発ガン性の疑いがある MTBE のガソリンへの混合を 2002 年 12 月末までに禁止する行政命令が公布され、その後 2003 年 12 月まで期限が延長された。カリフォルニア州で使用されるガソリンの約 70% は RFG であり、RFG は連邦規制に従って 2% 以上 (但し 2.7 Wt% 以下) の酸素分を含む必要がある。

MTBE の混合を禁止した場合、代替となるのはエタノールである。エタノールのオクタン価は 115 で、MTBE (オクタン価 110) よりもオクタン価が高いという利点がある。また、連邦の RFG プログラムでは含酸素量 2.0% 以上が求められることから、MTBE は 11.7% の混合が必要であるが、エタノールは 5.7% の混合でこの要求を満たすことができる。ただ、この点では、逆にガソリンの生産量を増加させないと、MTBE からエタノールへの転換に伴う容量の減少を補えないことになる。これに加えて、エタノールの使用に際しては次の 2 つの点に課題がある。

エタノールはリード蒸気圧 (RVP) を増加させる。MTBE も RVP を増加させるが影響は少ない。夏期のガソリン蒸気圧規格である 7.0psi に対応するために、通常は RFG 中のブタンを除去する方法が採られているが、エタノールに代えた場合は更にペンタンも除去する必要がある。これらはいずれも低コストであることから、抜き出すことにより結果的に RFG のコスト上昇につながる。

表 11 MTBE、エタノール混合による RVP の増加 (単位: PSI)

ガソリン%	含酸素化合物 %	ガソリンの蒸気圧	
		エタノール	MTBE
100	0	9.0	9.0
95	5	10.1	9.4
90	10	10.0	9.2

(出所) DOE/EIA, Motor Gasoline Outlook and State MTBE Bans, Apr. 2003

エタノールはガソリンと混合後長期間放置すると分離し易くなる。特にパイプライン等の中にある湿分と接触するとエタノールは水に溶解し、残るガソリンは本来の品質を維持できなくなる。

このため、カリフォルニア州では次の問題が提起された。

蒸気圧が高いことから、特に夏期にスモッグ発生の原因となる VOC の規格に適應できない可能性がある。軽質分の除去による RVP の調整とエタノールへの転換に伴うガソリン量の減少は、全体として 11~12% のガソリン生産量の減少を招く恐れがある。仮に、エタノールの混合量を 5.7% から更に増加させた場合、CARB の規定する NO_x 排出量を超えることから混合量は 5.8~6.0% が上限で、アルキレートあるいはイソオクタンを混合量を増加させてもコスト的には 7.0% が限界ではないか。

水分を吸収しやすいため、エタノールを混合したガソリンはパイプラインで輸送することが出来ない。エタノールはガソリンと分離し易く、また水分を吸収することから、末端のローリー積み込みの際に調合する必要があるが、州内のローリー積場にはエタノールタンクや調合設備が整備されていない。

表 12 RFG 生産量の予測 (単位 : 千 B/D)

	Stillwater Association社 (2002年)	DOE/EIA (2002年)
MTBE 除去	-102	-102
エタノール添加	+ 55	+ 55
RVP維持のための軽質、重質分の減少	- 56	- 68
合計	- 103	- 114
ガソリン供給量に占める割合	- 11.0%	- 12.2%

(注) RFG 生産量 935 千 B/D を前提

(出所) DOE/EIA, Motor Gasoline Outlook and State MTBE Bans, Apr. 2003

エタノールの生産地は中西部が中心であり、遠隔地からの輸送には輸送期間、供給の安定性や価格に対する懸念を伴う

表 13 州外からの輸送期間、輸送コスト

供給ソース	輸送コスト セント/ガロン	輸送期間 日	総所要期間 日
ワシントン州	3~4	4~6	11~16
ガルフコースト/カリブ海	5~10	14	21~24
その他米国内	8~12	14	21~24
輸入	10~12	23~30	31~40

(注) 生産に要する期間として 7~10 日間を見込む

(出所) DOE/EIA

ただ、現実にはカリフォルニア州内の殆どの石油会社が 2003 年までに対応を完了し、2004 年 1 月以降はエタノール混合ガソリンに移行している²¹。しかし、主要な石油各社がエタノール混合ガソリンへの切り替えを開始した 2003 年初頭からガソリン価格の上昇が見られるようになった²²。

²¹ 2003 年 4 月の調査時点で ConocoPhillips は既に 1 年以上にわたりエタノールを使用しており、Shell、ChevronTexaco、ExxonMobil、BP が混合を開始していた。(DOE/EIA, 2003 California Gasoline Price Study, May 2003)

²² カリフォルニア州ではシェルが Bakersfield 製油所(7 万 B/D)を本年 12 月末までに閉鎖する意向を明らかにしており、州政府はガソリン需給のタイト化を助長するものとして再考を求め、公正取引委員会 (FTC) も調査を開始している。

4. MTBE 規制に伴うエタノール需要量の増加見通し

1999 年 9 月、EPA の MTBE に関する調査委員会「the Blue Ribbon Panel on Oxygenates in Gasoline」は MTBE の使用削減を勧告する答申を行なった。現在、アイオワ、カリフォルニア、コロラド、コネティカット、イリノイ、ミシガン、ミネソタ、ネブラスカ、ニューヨーク、サウスダコタ、ワシントン、ケンタッキー、ミズーリ、インディアナ、ネバダ、オハイオ、カンザスの 17 州が MTBE の禁止を決定しており、このうち 13 州が 2003 年から 2004 年にかけて廃止を行なっている。ただ、このうち実際に RFG の混合基材として MTBE に依存しているのはカリフォルニア、コネティカット、ケンタッキー、ミズーリ、ニューヨークの 5 州²³で、他の州は殆ど影響を受けない。

表 14 MTBE 混合規制の影響

State	MTBE Phaseout Date	MTBE Average Annual Consumption for RFG and Oxygenated Gasoline						
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
MTBE bans enacted:								
California	Jan. 1, 2004	71.2	78.8	86.5	97.3	103.6	102.4	79.7
Connecticut	Oct. 1, 2003	10.6	9.4	10.0	10.0	9.0	8.5	9.4
Kentucky	Jan. 1, 2006	1.8	2.2	2.4	2.1	2.2	2.2	2.2
Missouri	Jul. 1, 2005	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	3.3	3.2
New York	Jan. 1, 2004	22.7	22.0	23.7	24.4	21.4	19.7	21.1
Illinois	Jul. 24, 2004	3.2	1.0	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0
Colorado	May 1, 2002	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0
Indiana	Jul. 24, 2004	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Iowa	May 11, 2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kansas	Jul. 1, 2004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Michigan	Jun. 1, 2003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Minnesota	Jul. 1, 2005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nebraska	Jan. 1, 2001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nevada	Jan. 1, 2004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ohio	Jul. 1, 2005	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
South Dakota	July 1, 2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Washington	Jan. 1, 2004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Subtotal		110.2	113.8	123.9	134.5	138.6	136.1	115.6
No MTBE bans enacted:								
Arizona		0.3	0.3	1.8	3.7	3.7	3.6	3.6
Delaware		2.6	2.2	2.6	2.8	3.0	3.0	3.0
Dist. of Columbia		1.1	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7
Maine		3.7	3.7	3.7	3.7	0.8	0.0	0.0
Maryland		13.4	10.1	11.2	11.1	11.2	11.7	12.6
Massachusetts		16.2	16.0	16.9	16.4	14.8	16.5	16.8
New Hampshire		2.0	2.1	2.3	2.6	2.6	2.9	3.2
New Jersey		30.7	29.0	31.4	32.6	28.1	26.3	27.1
North Carolina		0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pennsylvania		9.3	8.7	9.2	9.4	8.8	9.3	9.7
Rhode Island		3.8	3.5	3.4	3.5	2.9	2.9	2.6
Texas		25.9	23.7	27.0	29.2	31.2	30.3	30.5
Utah		0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Virginia		14.0	11.4	12.3	13.1	13.2	13.6	13.6
Subtotal		123.4	111.5	122.8	129.0	121.1	120.9	123.4
Total		233.6	225.3	246.7	263.5	259.7	257.0	239.0

(出所) DOE/EIA, Motor Gasoline Outlook and State MTBE Bans, Apr. 2003

MTBE からエタノールへの切り替えに伴いカリフォルニア、ニューヨーク、コネチカッ

²³ この 5 州で全米の RFG ならびに含酸素ガソリン用 MTBE 需要量の約 50%を占めている。

ト各州へのガソリン供給量は 7 万 B/D 減少するとの見方もあり²⁴、DOE は 2004 年における RFG の価格は 3.6 セント/ガロン程度上昇すると予測していた²⁵。これは全米平均のガソリン価格では 1.8 セント/ガロンの上昇に相当する。ただ、現実にはこれをはるかに上回る上昇幅で推移している。

表 15 PADD 別の精製能力、ガソリン貯油能力等

	PADD I	PADD II	PADD III	PADD IV	PADD V	合計
製油所数	11	26	52	15	28	132
精製能力 千B/D	1,709	3,518	7,798	578	3,145	16,748
稼働率 %	92.7	91.6	93.6	91.9	91.3	92.6
処理原油 API	32.38	32.50	30.31	32.80	27.65	30.61
硫黄分%	0.86	1.35	1.65	1.45	1.23	1.43
ガソリン需給 千B/D						
生産	1,141	2,019	3,616	277	1,447	8,501
(生産得率%)	(46.4)	(51.5)	(44.8)	(47.9)	(47.2)	(46.9)
輸入	487	2	6	1	22	518
他PADDからのネット移入	1,578	545	2,207	7	77	-
輸出	3	1	114		7	125
供給	3,216	2,561	1,312	286	1,560	8,935
製油所貯油能力 2004年1月						
含酸素基材 千BBL	1,719	99	2,534	105	525	4,982
ガソリン混合基材	8,395	13,133	28,736	3,622	20,735	74,621
ガソリン	8,130	15,509	26,637	3,665	8,385	62,326
RFG	4,687	636	4,713	0	3,060	13,096
一般ガソリン	3,443	14,873	21,924	3,665	5,325	49,230
(参考)						
製油所貯油能力 1999年1月						
含酸素基材 千BBL	2,523	765	3,631	126	3,305	10,350
ガソリン混合基材	8,200	14,979	27,935	3,303	15,043	69,460
ガソリン	10,305	18,472	28,031	4,811	14,221	75,840
RFG	5,538	1,412	5,071	0	7,494	19,515
一般ガソリン	4,767	17,060	22,960	4,811	6,727	56,325

(出所) DOE/EIA, Petroleum Supply Annual 2003

これまで述べたように PADD I は他の地域とは異なり域内での製品の自給が困難であり、天候やパイプライン・製油所の事故といったトラブルによる影響を受けやすい地域である。従って、この地域でエタノール混合ガソリンの供給が円滑に行なわれるか否かが今後の全米のガソリンの需給動向を占う鍵となる²⁶。

²⁴ PIW, Sept. 29, 2003

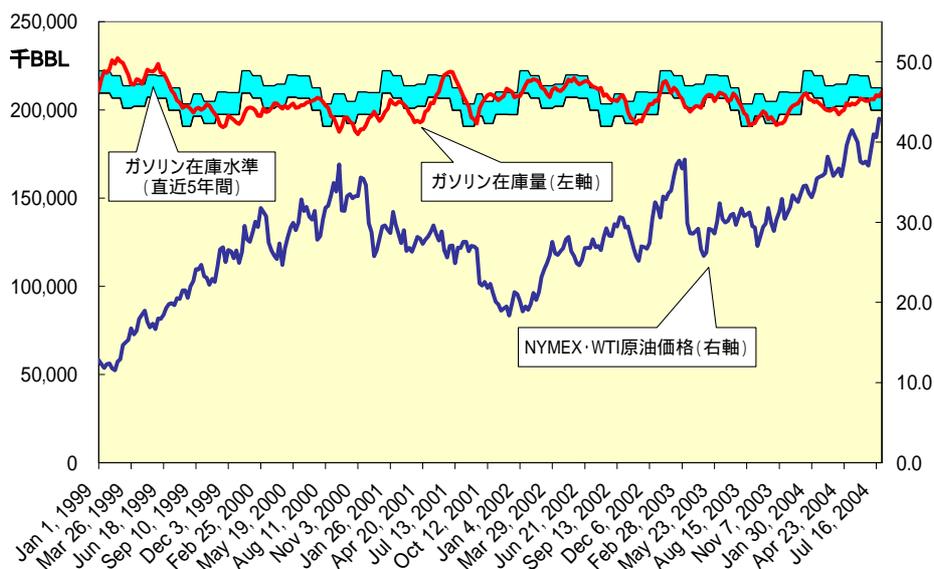
²⁵ 2000 年の実質価格。内訳は PADD I 2.5 セント、PADD V 9 セント、その他地域が 1 セントとなっている。(DOE/EIA, Motor Gasoline Outlook and State MTBE Bans, Apr. 2003)

²⁶ 2000 年の夏に Phase2 の夏期用 RFG に移行する際、PADD II で夏期用 RBOB の生産が円滑に行なわれず、パイプラインのトラブルとも相俟ってガソリン価格が上昇、結果的に WTI 原油の高騰につながった例がある。

おわりに

図は全米のガソリン在庫水準と WTI 原油の価格の推移を示したもので、ガソリン在庫水準が低下すると原油価格が上昇するといったように両者には一定の関係が認められる。冒頭述べたように WTI 原油の価格にはこの他に世界情勢に伴うさまざまな要素が影響を及ぼすが、WTI 原油を国産原油として捉えた場合には、ガソリンの他に冬期の暖房油の需給動向も大きな要素となる。

図 3 ガソリンの在庫水準と WTI 原油価格の推移



(出所) DOE のデータより作成

暖房油の全国需要の約 80% がガソリンと同様に PADDI を中心とする米国北東部に集中している。また、暖房油の在庫量は夏期のガソリン需要にも影響を受ける。旺盛なガソリン需要に引きずられて冬期に向けての暖房油の生産・在庫の積み増しが不十分であると、厳冬時に暖房油の供給は一気に逼迫し価格が高騰することになりかねない。今後の WTI 原油の価格動向を見るときには、特に PADDI を中心としたこれらの石油製品のファンダメンタルな動向も注視しておく必要がある。

お問い合わせ : report@tky.ieej.or.jp