

輸送用エコ燃料の普及拡大について 参考資料

- 参考資料1：再生可能燃料利用推進会議報告書「バイオエタノール混合ガソリンの普及拡大について（第一次報告）」（平成16年3月）の概要…………… 資-1
- 参考資料2：コメを原料とするバイオエタノール製造・利用等に関する調査事業実施結果について（全国農業協同組合連合会 営農総合対策部）…………… 資-4
- 参考資料3：ETBE利用検討ワーキンググループにおける検討結果について…………… 資-12
- 参考資料4：BDF混合軽油及び混合用ニートBDFの規格案について…………… 資-22
- 参考資料5：輸送用エコ燃料のライフサイクル評価及び経済性検討例…………… 資-24
- 参考資料6：国内バイオマスからのエコ燃料生産可能性…………… 資-40
- 参考資料7：ディーゼル乗用車の普及について…………… 資-47

参考資料 1：再生可能燃料利用推進会議報告書「バイオエタノール混合ガソリンの普及拡大について（第一次報告）」（平成 16 年 3 月）の概要

1. バイオエタノール利用の利点

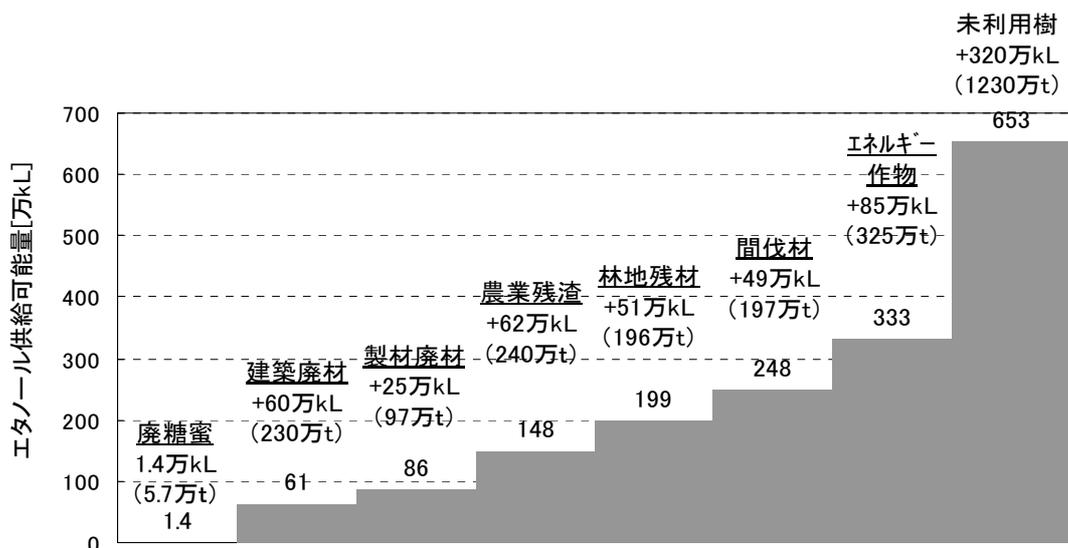
わが国既販車で利用可能なエタノール 3%混合ガソリン（E3）については、車両代替も必要とせず一定の削減効果（CO2 削減量年間 250 万トン程度）が得られる。また、E10 については、一定のリードタイムがあれば我が国での導入は十分可能。燃料面からの温暖化対策は、国民の理解が得られれば、およそガソリン自動車を使用する全ての者がバイオエタノール混合ガソリンの供給に合わせて対応可能であるため、かなり早い時期に効果を期待しうる対策。

現在の自動車燃料は全て化石燃料由来であるが、バイオエタノールを燃料の一部として使用することにより、自動車燃料体系に再生可能燃料を導入することは、温暖化対策を考慮した持続可能な社会システムとして有意義。

さらに、重油及び灯油を燃料として使用するボイラー燃料に対するバイオエタノールの導入は技術的に十分対応可能であり、特に都市ガスへの燃料転換が困難な地域において有効な対策となる。

2. バイオエタノール供給の可能性

経済性からみて最も利用しやすい建設発生木材から利用をはじめ、徐々に収集等で工夫が必要な森林資源へと利用を拡大することで、技術開発によるコスト低減と生産規模の拡大によるコスト低減効果を活用することが可能となると考えられる。また、エネルギー利用を前提とする作物を栽培・利用することで、より早期にバイオマス利用の拡大を図ることが可能となる。



付図 1 国内バイオマス資源によるエタノール供給ポテンシャル

3. バイオエタノール混合ガソリン普及への道筋（E3 普及のロードマップ）

第一段階としては、自動車側の特段の対応の必要のないE3によりバイオエタノール混合ガソリンの普及拡大を図り、この間に、バイオエタノール混合ガソリンの流通ルートを確認していくとともに国内の製造体制も立ち上げていく。第二段階としては、自動車側の E10 への対応を整え、市場に E10 対応車を供給していき、E10 対応車の普及が一定の水準を越えたところで、ガソリンを E3 から E10 に切り替えていくというステップを踏むことが適当。E3 普及のロードマップの内容は概略以下の通り。

- 初期の一部地域における地域実証事業（パイロット事業）のステージ（2003年～2004年）と、国内バイオマス資源の有効利用が期待できる地域から着手し、次第に全国に広げていくステージ（2005年～2012年）の2段階で普及することとし、2012年を目途として全国レベルでの普及を目指す。これにより、ガソリン自動車部門における温暖化対策を推進する。
- 国内バイオマス資源の有効利用の観点からも意義が大きいことから、普及拡大を進める第2ステージでは、国内バイオマス資源から製造したエタノールを核として、E3の暫時供給拡大を図ることとする。
- 初期の一部地域でのパイロット事業のステージでは、燃料流通上の課題について検討を加え、対応方法を確認する。そして、2004年度末にパイロット事業の評価を行い、この結果を踏まえ、2005年度以降のロードマップについて必要な見直しを行う。
- 次第に全国に広げていくステージでは、パイロット事業の地域に加え、建設発生木材等からのエタノール製造が計画されている地域、廃糖蜜等が利用できる地域、農産物からのエタノール製造が計画されている地域、地方公共団体においてバイオ資源の率先利用が計画されている地域等から、順次着手する。この他に、ボイラー等におけるバイオエタノールの利用拡大を手がける地域での E3 導入を進め、必要に応じて輸入バイオエタノールの供給も行いながら、次第に全国に広げていく。

4. 業務部門におけるバイオエタノールの利用拡大

- 業務用ボイラーにおけるエタノール燃料については、灯油・重油からの都市ガス転換を考慮しつつ、ボイラー機器の更新にあわせて導入を図ることが有効。
- E3と同じように、まず一部地域において地域実証事業（パイロット事業）を実施し、混焼方法に応じた技術面等での対応の手法を確認し、その結果を評価して2005年度以降に普及拡大を図ることが考えられる。
- 2005年度以降について、ボイラーの更新が終わる2019年度を目処として段階的なエタノール混合燃料の普及拡大を図ると想定すると、20%混合燃料の場合に

は導入ポテンシャルは、エタノール量で年間 100 万 kL～200 万 kL 程度。この場合の CO2 削減ポテンシャルは、年間 150 万 t～300 万 t 程度。

参考資料２：コメを原料とするバイオエタノール製造・利用等に関する調査事業実施結果について（全農 営農総合対策部）

1. 調査地域の選定

全農は、県域及び全国域へのバイオエタノール原料イネによるバイオエタノール製造・地場消費の可能性を検討するため、畑作物への転換が困難である水田を多く有する新潟県から本調査の実施に理解のあったＪＡにいがた南蒲（三条市、見附市、長岡市旧中之島町、田上町、加茂市）を調査対象地域として選定した。

2. 調査事項及び内容

調査事項及び内容は次のとおりである。

（１）バイオエタノール原料イネの生産合意調査

ＪＡにいがた南蒲において、生産組織の代表者に対し、バイオエタノール原料イネの生産意向に関する聞き取り調査を行う。

（２）バイオエタノール製造工場成立要件調査

バイオエタノール原料玄米の保管性並びにエタノール製造効率及び籾殻ガス化発電による電熱活用のプラント設置の成立条件を調査する。

（３）エタノール混合ガソリン利用意向調査

ＪＡにいがた南蒲において、生産組織の代表者に対し、E3 ガソリンの利用に関する聞き取り調査を行う。



3. 調査の実施状況

調査内容	内 訳	内 容
バイオエタノール原料イネの生産合意調査	事前調査	期 日 : 平成 17 年 10 月 場 所 : J A にいがた南蒲会議室 参 集 者 : 生産組織代表者、関係市町村、県 J A にいがた南蒲、全農 調 査 項 目 : バイオエタノールをめぐる諸情勢に対する理解とバイオエタノール原料イネ栽培に関する意見
	確認調査	期 日 : 平成 18 年 1 月 場 所 : J A にいがた南蒲会議室 参 集 者 : 生産組織代表者、関係市町村、県 J A にいがた南蒲、全農 調 査 項 目 : バイオエタノール原料イネの栽培意向 栽培技術のアイディア 栽培の組織化に関する意見 収穫後の生籾の搬送に関する意見
バイオエタノール製造工場成立要件調査	籾保管	期 日 : 平成 17 年 8 月～平成 18 年 1 月 場 所 : 天童市 実 施 者 : (株)山本製作所、三井造船(株) 調 査 項 目 : 変質粒の混入率、全糖含有率等
	製造効率	期 日 : 平成 17 年 8 月～平成 18 年 1 月 場 所 : 玉野市、神戸市、京都市 他 実 施 者 : 三井造船(株) 調 査 項 目 : エタノール収率
	プラント設置の成立条件調査	期 日 : 平成 17 年 8 月～平成 18 年 1 月 場 所 : 三条市 実 施 者 : 三井造船(株) 調 査 項 目 : バイオエタノール原料イネ等の供給可能性 プラントの設置場所 プラントの経営収支
エタノール混合ガソリン利用意向調査		期 日 : 平成 17 年 10 月 場 所 : J A にいがた南蒲会議室 参 集 者 : 生産組織代表者、関係市町村、県 J A にいがた南蒲、全農 調 査 項 目 : E3 ガソリンの利用意向

(聞き取り調査に出席した生産組織の概要)

市町村名	耕地面積 (ha)	出席生産組織数	出席生産組織 関係面積 (ha)	面積シェア (%)
三条市	4,780	9	560	12
加茂市	1,220	2	155	13
見附市	1,940	6	245	13
田上町	693	2	76	11
長岡市旧中之島町	1,940	2	125	6
計	10,573	21	1,161	11

4. 調査結果

(1) バイオエタノール原料イネの生産合意調査

バイオエタノールの情勢、水田農家の課題、バイオエタノール製造工場等について説明し、不作付け水田解消に向けたバイオエタノール原料イネの新技術体系・新組織体制を提案して行った。提案においては、超多収品種を使った超低コスト栽培と原料玄米の単価 20 円/kg を示したところ、生産組織の代表者は、超低コストの栽培実証事業の実施意向を表明し、さらに条件が満たされれば、エタノール原料イネの栽培に参加するとの考えを示した。

なお、原料玄米の単価については、既に取り引されている原料小麦などの単価をもとに想定したものである。

(出席組織)	意見区分	回答生産組織数	詳細意見 (抜粋)
事前調査 (21 組織)	超低コスト栽培実証の実施を検討	2	・ 補助金はどうなるのか。 ・ 転作交付金を前向きに検討してほしい。
	超低コスト栽培実証の内容を持ち帰り相談	8	・ 10a 当たりの収支がどうもという点が多いので、今一度検討したい。
確認調査 (13 組織)	一定の条件があれば、将来、原料イネを栽培	10	・ 採算が合うかどうかの成績が必要。 ・ 生産コストをカバーする補助金が必要。
	原料イネは超多収品種を使用	6	
	食用イネと区分するため、ゾーニングを実施	9	

(提案したバイオエタノール原料イネ栽培収支)

裁	区 分	金額(円/10a)	算 定 の 考 え 方
培 費 用	①物財費(種苗・肥料・ 農薬・燃料等)	9,000	作付規模15ha以上の物財費からその他諸材料費、 土地改良・水利費、賃借料・料金、公課諸負担、建 物費、農機具費、生産管理費等を除いた値の50%
	②農機具費	17,000	作付規模15ha以上の農機具費
	③労働費	9,600	労働単価1,600円/時、労働時間を6時間/10aとし、 6時間/10aについては、無人ヘリ利用の湛水直播 体系の農水省試算結果より延べ時間を試算
	計	35,600	
	農機具費を除く計	18,600	農機具費については食用イネで負担
収 入	①バイオエタノール原 料玄米販売収入	16,000	原料玄米の販売単価20円/kg、 単収800kg/10aとして試算
	計	16,000	

注) 食用米の栽培費用：作付規模15ha以上の経営で、80千円/10a
食用米の販売単価：新潟県産米平均で、350円/kg

(2) バイオエタノール製造工場成立要件調査

ア. 生籾等の長期保管については、水分25%の生籾は品質劣化があったが、水分18%
乾燥処理籾は、8週間の範囲内では、簡易な包装資材で屋外に保管しても品質は
変わらなかった。

区分(籾水分)	収穫後の 保管期間	変質粒 混入割合(%)	全糖含有率 (%)	期間中の高温日数
生籾(25%)	2週間	10.5	76.1	10/1~10/14 : 10日
	4週間	27.9	76.1	10/15~10/28 : 4日
処理籾(18%)	4週間	0.2	78.3	10/1~10/28 : 14日
	8週間	0.2	78.3	10/29~11/25 : 0日

注) 変質粒混入率：サンプリングした1,000粒のうちの被害粒及び着色粒の割合
全糖含有率：玄米のうちの糖に変わりうるでんぶんの重量を使用玄米の重量
で除した値
高温日数：1日の外気温が4時間以上20℃になった日数

イ. エタノール玄米比率は、実施した糖化技術により差異があり、0.41～0.46までの値であったが、想定した0.5より低かった。

糖化技術区分	供試玄米量	生成エタノール量	エタノール収率 (%)	エタノール玄米比率(ℓ/㎏)
Y 社 式	619 g	196 g	31.7	0.41
G 社 式	78.7 kg	27.3 kg	34.7	0.44
N 社 式	500 g	181 g	36.2	0.46

注) エタノール収率 : 生成エタノール量を使用玄米量で除した値
 エタノール玄米比率 : エタノール収率をエタノール比重 0.789 で除した値

ウ. 新潟県におけるバイオエタノール原料玄米及びプラント熱源用バイオマスの供給可能性については、現地調査・資料調査を実施した。

バイオエタノール原料玄米の供給可能性は、県内の不作付け水田 7,600ha から約 60,000t が見込まれ、原料玄米 15,000t 規模の工場の需要は賅えると思われる。

また、プラント熱源用バイオマスの供給量は、県内では 39,000t の籾殻が焼却されており、原料玄米 15,000t 規模の工場の需要 14,000t は賅えるものの、その発生場所は特定されていないことから精査する必要がある。

エ. プラントの設置場所については、見附市内の新潟県中部産業団地と想定し、諸々のコスト試算を行うこととした。

新潟県中部産業団地の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工業用電力供給施設、用水路・下水路等のインフラが整備されたリース可能な工業団地
適応される諸制度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新潟条例による環境規制の対象外 ・ 県単助成措置として、設備費補助 15%の上乗せ及び現地要因採用補助あり

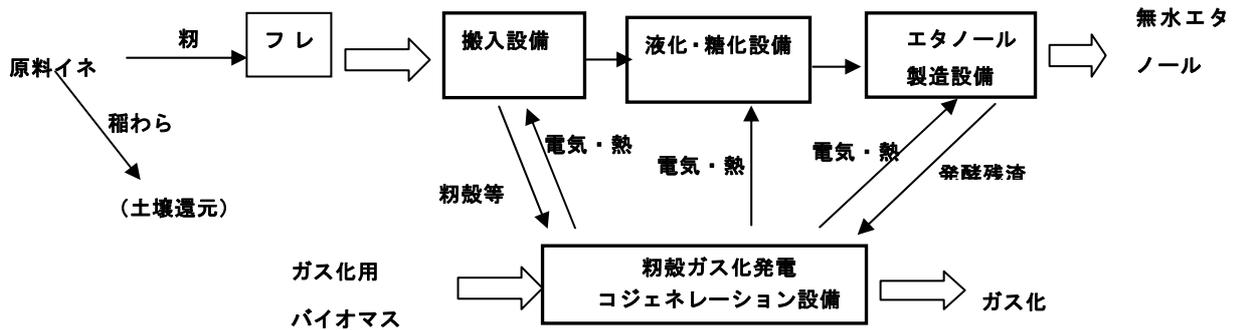
オ. プラントの経営収支については、一定の条件の下に推計した。プラントの操業に必要な電力及びボイラー用蒸気のエネルギー源を全てバイオエタノール原料籾の籾摺り後の籾殻及び購入した籾殻等を使った籾殻ガス化発電コジェネレーションで賅うとすれば、原料玄米 15,000t 規模のプラントのエタノール生産原価は 114 円/ℓである。製造原価の 5%増しの 119 円/ℓで販売できれば、プラントの経営は成立する。なお、エタノール生産量は、エタノール玄米比率 0.45 として、6,700 キロℓである。

		全エネルギー バイオマス活用型			一部エネルギー バイオマス活用型			想定条件 または内容	
玄米使用量 (ト/年)		15,000			15,000			(玄米) 水分 15%換 算 購入価格 20 円/kg	
エタノール生産量 (キロリ/年)		6,700			6,700				
生産設備費 (億円)		43			37				
支 出	内 訳	製造費 (百万 円)	原価 (円/リ)	割合 (%)	製造費 (百万 円)	原価 (円/リ)	割合 (%)	(職員数) 責任者 2名 従業員 17名 (設備償却) 補助率 設備 65% 建屋 0% (出荷単価) 生産原価の 5%増	
	変 動 費	原料費	300	44.8	39.4	300	44.8		35.9
		蒸気・電力等	50	7.4	6.6	138	20.6		16.5
		輸送費	40	6.0	5.3	40	6.0		4.8
		人件費	122	18.2	16.0	122	18.2		14.6
		メンテナンス	64	9.6	8.4	64	9.6		7.7
		その他	21	3.1	2.8	21	3.1		2.6
	小計	597	89.1	—	685	102.3	—		
	固 定 費	設備償却費	96	14.3	12.6	82	12.2		9.8
		土地	6	0.8	0.8	6	0.8		0.7
税金・保険・利息		63	9.4	9.4	63	9.4	7.5		
小計		164	24.5	—	151	22.5	—		
計	761	114	100	836	125	100			
収 入 等	工場出荷単価 (円/リ)	119			131				
	工場収入 (百万円)	799			878				
	工場利益 (百万円)	38			42				

注) 全エネルギーバイオマス活用型 : プラントに必要なボイラー用蒸気のエネルギーを全て購入
 籾殻等 (1,200円/ト) で賄う。

一部エネルギーバイオマス活用型 : プラントに必要なボイラー用蒸気のエネルギーを灯油 (43
 円/リ) で賄う。

(バイオエタノール製造工程図)



(3) エタノール混合ガソリン利用意向調査

E3 ガソリンの利用についてはほとんどの生産組織の代表者がガソリンと同じ価格であれば利用すると回答し、少し高くても利用するとの意見があった。

(出席組織)	意見区分	回答生産組織数	詳細意見 (抜粋)
意向調査 (21 組織)	同じ価格であれば利用する。	16	・ 環境を汚染しないエネルギーなので利用したい。 ・ どんな自動車も利用可能か
	少し高価であっても利用する。	4	・ 地球温暖化の防止は考えなければいけないので、金だけの問題ではない。 ・ 製品の特性を覚えて利用
	利用するつもりはない。	1	・ エンジンの構造に合わないと思う。

5. まとめ

(1) JAにいがた南蒲管内に原料玄米 15,000t/年規模の工場を設置すると、工場出荷単価 119 円/㍩、流通経費を加味した単価は税抜きで 133 円/㍩、税込みで 186 円/㍩となる。E3 ガソリンとして利用する場合の燃料単価は、バイオエタノールの混合割合 3% だけの上昇となるので、税込みであっても、例えば、市販ガソリン価格を 120 円/㍩とすれば、E3 ガソリンの価格は 122 円/㍩と、2 円/㍩の上昇にすぎない。このことから少し高い燃料であっても、E3 ガソリンを利用するという地域の消費者が多ければ、イネを使ったバイオエタノールの製造・地場消費は成立する。

(2) 原料玄米 15,000t 規模のプラントから生産されるバイオエタノールが想定どおり 7,500 ㍩とすると、E3 ガソリンでは、250,000 ㍩になる。この量は現

在、全農が新潟県内で供給しているガソリンの 2 倍にあたり、E3 ガソリンの流通体制、国の支援等の措置について、県内の普及に向けた検討が必要である。

(3) このように、イネを使ったバイオエタノールの製造・地場消費の可能性はあるが、このためには、次のような前提条件がある。

- ①バイオエタノール原料イネの生産組織が、玄米 20 円/kg で販売可能となるよう、新技術・新組織体制を実現し、必要な支援措置を得られること
- ②バイオエタノール製造コストに与える影響が大きい原材料については、年間を通して品質低下しない低コスト保管技術が成立すること
- ③バイオエタノール製造コストの低減に寄与しているプラントのボイラー用蒸気のエネルギー源としてのバイオマスについては、工場の近隣から調達できること
- ④超多収品種イネからエタノールを収集する場合のエタノール玄米比率が今回の測定値と同水準である 0.45 以上であること
- ⑤バイオエタノール普及に向けた国の制度的・財政的な施策が講じられること
なお、欧米では、バイオエタノール普及支援措置として、混合ガソリンに対する税額控除措置、小規模エタノール製造事業に対する補助、エタノール原料作物栽培に対する補助が設けられている。

(4) わが国の水田は 2000 年の歴史をもち、イネは連作可能な作物である。今、水田は食用米の消費減退の中で、バイオエタノール原料イネ栽培は、クリーンエネルギーの生産に留まらず、水資源の涵養、景観保持、地域産業創出による活性化、食料自給力維持の面があり、エネルギー、環境、農業を包括した施策の対象である。

(5) 全農は「地球環境の保全に積極的に取り組みます。」を経営理念の一つに挙げており、地域で生産されるイネを使ったバイオエタノール生産とその自動車燃料としての地場消費のエネルギー循環の事業化が実現できれば、この理念の実践の一つになる。

本事業の調査対象となった、JA にいがた南蒲は、H18～19 年度の 2 ケ年で超多収品種イネの低コスト栽培実証を行う計画であり、これに呼応して全農はそのイネから得られる粳を使って、バイオエタノール製造実証に向けた原料の長期保管等に関する調査を継続して実施する計画を進めている。

参考資料 3 : ETBE 利用検討ワーキンググループにおける検討結果について

経済産業省の ETBE 利用検討 WG では、我が国における ETBE の利用可能性について 2005 年 4 月より検討を行い、2006 年 4 月に中間とりまとめ（案）を示したところである。

以下は、ETBE 利用検討 WG でのこれまでの検討内容を整理したものである。

なお、これらの検討を踏まえて、石油連盟では、2006 年 1 月、バイオマス燃料の導入について業界としての方針（「2010 年度において、ガソリン需要量の 20%相当分に対して一定量のバイオエタノールを ETBE として導入することを目指す（原油換算約 21 万 kL/年）」など）を決定し、これを同月開催のワーキンググループに報告している。その際、自動車工業会も業界としての考え方を報告している。石油連盟では、ETBE が化審法の第二種監視化学物質と判断されたことを踏まえ、今後、ETBE のリスク評価を実施することとしている（平成 18-19 年度（2006～2007 年度））。

(1) ETBE の市販車両への影響試験の結果

「揮発油等の品質の確保等に関する法律（揮発油等品確法）」で定められた含酸素率 1.3 質量%に相当する ETBE8%混合ガソリンを使用した場合の市販車両への影響評価試験が行われた。

この結果、ETBE8%混合ガソリンについては、市販車両において排出ガス※、蒸発ガス、低温始動性、材料への顕著な影響は無いことが確認された。

※ 環境省では ETBE を自動車燃料に混合した場合の排出ガスへの影響等に関して 18 年度より調査・検討を行う予定。

付表 1 ETBE8%混合ガソリンの既販車への影響評価試験結果の一覧

項目	車両種類	評価項目	結果概要
排出ガス・燃費	四輪車(4車種)	CO、NOx、HC	影響は確認されなかった
		CO ₂	わずかな低下が確認された
		燃費	わずかな悪化が確認された
		アルデヒド	アセトアルデヒドの増加が確認された。
	二輪車(6車種)	CO、NOx、HC	CO、HC の低下傾向が確認された
		CO ₂	顕著な影響は確認されなかった
		燃費	顕著な影響は確認されなかった
		アルデヒド	アセトアルデヒドの増加が確認された
排ガス装置耐久性	四輪車(1車種)	触媒熱負荷、劣化	影響は確認されなかった
蒸発ガス性能	四輪車(1車種)	DBL ^{*1} /HSL ^{*2}	増加は確認されなかった
低温始動性	四輪車(2車種)	始動時間	始動性悪化は確認されなかった
材料	共通	樹脂	物性変化への影響は確認されなかった
		ゴム	物性変化への影響は確認されなかった
		金属	腐食等は確認されなかった

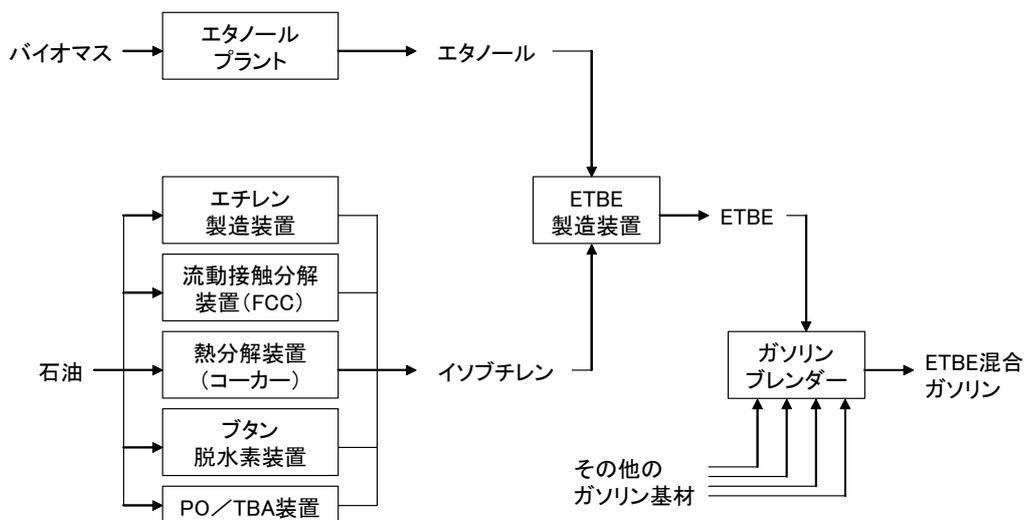
*1 ダイアーナルブリージングロス(Diurnal Breathing Loss)の略称、駐車中に気温の変化等によりガソリンタンクで発生したガソリン蒸気が大気へ放出されることにより発生する蒸発ガス。

*2 ホットソークロス(Hot Soak Loss)の略称、エンジン停止後1時間以内に吸気管に付着したガソリンが発生する蒸発ガス。
 出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第7回ETBE利用検討ワーキンググループ資料「JCAP ETBE8%混合燃料評価結果」(2005年12月)

(2) ETBE の国内生産可能量

① ETBE の生産方法

ETBE はエタノールとイソブチレンを合成して生産される。イソブチレンの供給方法としては、以下の4つが挙げられる。



出所:ETBE 利用検討ワーキンググループ資料

付図 2 ETBE 混合ガソリンの製造フロー

- a. 石油化学（エチレン分解プロセス）からの副生 C4 留分の利用
→副生イソブチレンの利用
- b. 石油精製（流動接触分解（FCC ; Fluid Catalyst Cracking）プロセス、熱分解（コーキング）プロセス）からの副生 C4 留分の利用
→副生イソブチレンの利用
- c. n-ブタンから異性化・脱水素工程により製造
→イソブチレンの新規製造、米国で実績有り
- d. TBA から脱水工程により製造
→イソブチレンの新規製造、米 LYONDELL 社で実績有り

② 国内におけるイソブチレン供給可能量

副生イソブチレンの国内生産量については統計データが整備されていないため、ETBE 利用検討 WG で行われた国内供給可能性の試算結果を以下に整理する。

○ 石油化学プロセスからのイソブチレンの利用可能量

石油化学における副生イソブチレンは、エチレンクラッカー装置から発生している。エチレンクラッカーから得られる各留分の代表的な構成比を用いて、エチレン生成量をもとに試算が行われている。

付表 2 石油化学からの副生イソブチレン生成量の試算例

項目	数値 [単位]	備考
① エチレン生成量	7,152 [千 t/年]	2002 年実績値
② エチレン収率	30 [wt%]	ナフサを原料とする場合の収率
③ ブチレン収率	4.95 [wt%]	ナフサを原料とする場合の収率
④ イソブチレン濃度	49 [wt%]	ブチレン留分中のイソブチレンの濃度
⑤ イソブチレン生成量	578 [千 t/年]	⑤=①÷②×③×④

出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第 4 回 ETBE 利用検討ワーキンググループ資料「ETBEの供給安定性、経済性について」(2005 年 8 月)より作成

石油化学業においては、イソブチレンはブチルゴムやメチルメタクリレート等の各種化学品製造の原料として既に利用されている。イソブチレンの使用量については統計データが整備されていないため、各石油化学コンビナートの個別需要の積み上げによる試算が行われている（付表 3）。先に示したイソブチレン生成量との比較の結果、石油化学からの副生イソブチレンはほぼ全量が既に原料利用されており、ETBE 製造向けの供給余力はないものと推定されている。

付表3 石油化学用途におけるイソブチレンの需要量の推計例

イソブチレン用途	イソブチレン需要量 [千 t/年]
メチルメタクリレート(MMA)	180
ブチルゴム	176
ターシャリーブチルアルコール(TBA)	133
イソブレン	66
ポリブテン	40
合 計	595

出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会
第4回 ETBE 利用検討ワーキンググループ
資料「ETBEの供給安定性、経済性について」(2005年8月)

○ 石油精製プロセスからのイソブチレンの利用可能量

石油精製における副生イソブチレンは、FCC プロセス及びコーカープロセスから発生している。イソブチレン生成量は各設備の設備能力と稼働状況から推計されている。

付表4 石油精製（FCC プロセス）からの副生イソブチレン生成量の試算例

項 目	数値 [単位]	備 考
① 設備能力	967,000 [バレル/日]	25 製油所
② 稼働率	90 [%]	—
③ C4 得率	7.5 [wt%]	装置通油量中のブタン-ブチレン(C4)の得率
④ イソブチレン濃度	17 [wt%]	C4 留分中の濃度、8~26wt%の中央値
⑤ イソブチレン収率	1.3 [wt%]	⑤=③×④
⑥ FCC 原料油密度	0.92 [-]	—
⑦ イソブチレン生成量	604 [千 t/年]	⑦=①×365日×②×0.159(バレル→kL 換算係数)×⑤×⑥

出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第4回 ETBE 利用検討
ワーキンググループ資料「ETBEの供給安定性、経済性について」(2005年8月)より作成

付表5 石油精製（コーカープロセス）からの副生イソブチレン生成量の試算例

項 目	数値 [単位]	備 考
① 設備能力	127,000 [バレル/日]	5 製油所
② 稼働率	90 [%]	—
③ イソブチレン収率	0.34 [wt%]	各製油所コーカーの収率(0.18~0.52wt%)の平均値
④ イソブチレン生成量	23 [千 t/年]	④=①×365日×②×0.159(バレル→kL 換算係数)×③

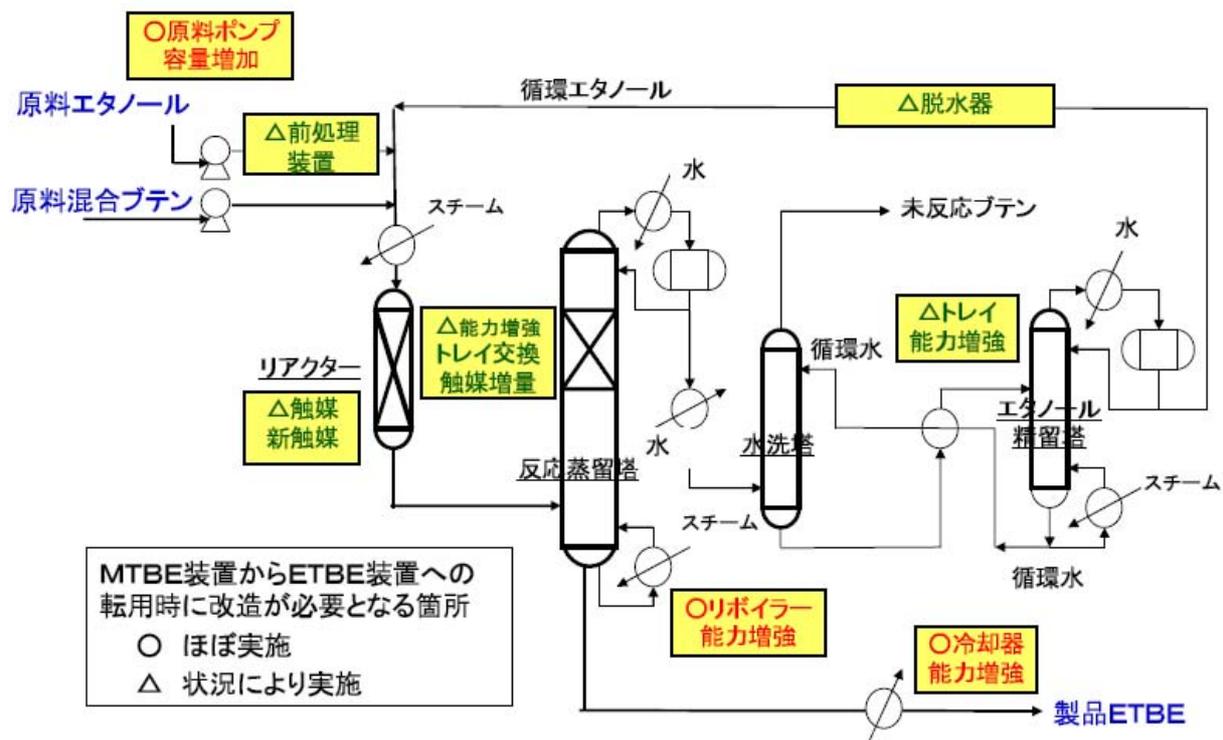
出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第4回 ETBE 利用検討
ワーキンググループ資料「ETBEの供給安定性、経済性について」(2005年8月)より作成

イソブチレンの大部分は自家用燃料として消費されており、その他はガソリン材原（アルキレート製造原料、イソオクテン製造原料、ガソリン混合基材）として利用されている。自家用燃料は他の燃料での代替が可能であり、ETBE もガソリン材原であることから、石油精製からの副生イソブチレンののほぼ全量を ETBE 製造に振り向けることが可能と推定されている。

以上より、我が国においては石油化学業界からのイソブチレンの調達は困難であり、石油精製業界から発生する副生イソブチレン約 63 万トンが供給可能量の上限とみなされる。このイソブチレンからの ETBE 製造可能量は約 108 万トンであり、必要なエタノール量は約 62 万 kL となる。

③ ETBE 生産に必要な設備側対応

ETBE の国内生産のためには、新たに ETBE 製造装置が必要となる。なお、ETBE 製造は既設の MTBE 製造装置を改造しても可能であり、フランスやスペインでは改造装置を用いて ETBE の生産を行っている。改造内容を付図 3 に示す。



出所: 総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第 4 回 ETBE 利用検討ワーキンググループ資料「ETBEの供給安定性、経済性について」(2005 年 8 月)

付図 3 MTBE 装置から ETBE 製造装置への改造

我が国でも、一部の石油精製会社では自社内で生産されるイソブチレンを利用して MTBE を生産していた経緯がある。当時の MTBE 製造設備は国内 4 製油所に残っており、それらの設備の MTBE 製造能力は年間 29 万 t (約 39 万 kL) である。仮にそれらを全て ETBE 製造に転用する場合、年間約 40 万 kL の生産能力が得ら

れるものとみられている。改造費用は装置仕様、改造部分により異なり、本体部分で5～20億円となると推定されている。

MTBE 設備転用分を超えて ETBE を製造するためには、新規設備の導入が必要となる。ETBE の供給量に応じて4通りの設備増強方法を検討している（付表6）。

付表6 ETBE 供給量に応じた設備増強の検討例

		ケース1 (経済性が良好な範囲での副生イソブチレン利用)	ケース2 (副生イソブチレンの全量利用)	ケース3 (副生イソブチレン全量利用 +不足分の原料輸入による ETBE7%全面混合)	ケース4 (ETBE 全面輸入による ETBE7%全面混合)
ETBE 供給量 (エタノール量)		82 万 kL (エタノール 35 万 kL)	145 万 kL (エタノール 62 万 kL)	420 万 kL (エタノール 180 万 kL)	420 万 kL (エタノール 180 万 kL)
イソブチレン 供給法		製油所 FCC からの副生 物	製油所 FCC からの副生 物(全量)	製油所 FCC からの副生 物(全量) 輸入ブタンの異性化・ 脱水素	ETBE 全量を輸入
設備 対応	内訳	ETBE 製造設備(10 基) エタノール受入設備	ETBE 製造設備(25 基) エタノール受入設備	ETBE 製造設備(19 基) 異性化・脱水素/ETBE 製造装置(6 基) エタノール受入設備	ETBE 製造装置(米国) ETBE 受入設備
	費用	322 億円	653 億円	1,840 億円	1,080 億円

出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第4回 ETBE 利用検討
ワーキンググループ資料「ETBEの供給安定性、経済性について」(2005年8月)より作成

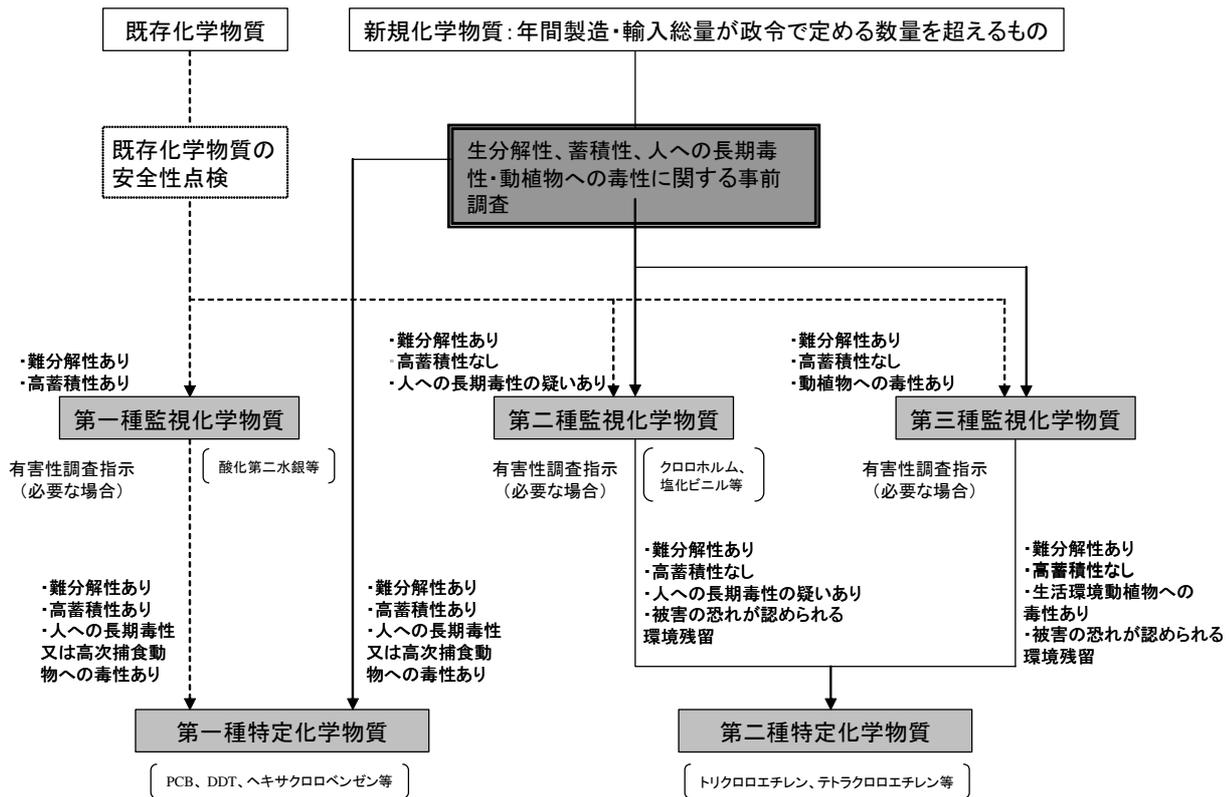
(3) ETBE の安全性評価の状況

ETBE は、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）における新規化学物質に該当し、これを製造・輸入しようとする者は、あらかじめ当該物質の性状等を国（厚生労働大臣、経済産業大臣及び環境大臣）に届け出て、その性状に係る審査を受けなければならない。2005年に ETBE に係る届出・審査が行われ、その結果、第二種監視化学物質に該当するとの判定がなされた。

これを受けて、2006年1月に開催された第8回 ETBE 利用検討 WG では、ETBE の安全性に係る今後の検討方針が示されたところである。以下に概要を整理する。

① 化審法に基づく新規化学物質としての試験結果

ETBE は、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）」における新規化学物質に該当する物質である。我が国で新規化学物質を製造又は輸入しようとする者は、あらかじめ厚生労働大臣、経済産業大臣、環境大臣に届け出なければならない。3大臣は、当該化学物質に関する知見に基づき、特定化学物質、監視化学物質又は規制対象でない化学物質のいずれに該当するかを審査・判定し、届出者にその結果を通知することとされており、届出者はこの通知を受けた後でなければ、製造・輸入ができない。



出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第7回ETBE利用検討ワーキンググループ
資料「ETBEの新規化学物質としての安全性試験評価」(2005年12月)より作成

付図4 化審法における新規化学物質の審査・規制制度の概要

通常は付表7に示す試験項目の結果を届出者が提出し、国はこれをもとに審査・判定を行っている。

付表 7 化審法に基づく新規化学物質の試験項目

試験項目	試験による確認事項
(1) 微生物による化学物質の分解度試験 (分解度試験)	自然的作用による化学的变化を生じにくいものであるかどうか(生分解性)。
(2) 魚介類の体内における化学物質の濃縮度試験 (濃縮度試験)又は1-オクタノールと水との間の分配係数*1測定試験(Pow測定試験)	生物の体内に蓄積されやすいものであるかどうか(蓄積性)。
(3) ほ乳類を用いる28日間の反復投与毒性試験 (28日間反復投与毒性試験)	継続的に摂取される場合には、人の健康を損なうおそれの疑いがあるものであるかどうか(亜急性毒性*2)。
(4) 細菌を用いる復帰突然変異試験及びほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験(変異原性試験)	継続的に摂取される場合には、人の健康を損なうおそれの疑いがあるものであるかどうか(変異原性*3)。
(5) 藻類生長阻害試験、ミジンコ急性遊泳阻害試験及び魚類急性毒性試験(生態毒性試験)	動植物の生息又は生育に支障を及ぼすおそれがあるものであるかどうか(生態毒性)。

*1 化学物質が親油性物質であるn-オクタノールと水との間で分配された濃度の比数で、生物濃縮性を予測する尺度として用いられる。値が高い場合は生体内脂肪分に化学物質が累積しやすく、生物濃縮性が高いとみなされる。

*2 1~3カ月程度の間の連続または反復投与されることにより発現する毒性のこと。亜急性毒性の試験は人への長期毒性に対するスクリーニング試験としての意味を持つ。

*3 DNA 遺伝子の突然変異や染色体異常による細胞の突然変異を誘発させる性質のこと。変異原性を調べることは発がん性物質の検出にも有用と考えられており、変異原性試験は発がん性物質のスクリーニング試験としての意味を持つ(変異原物質が発がん性物質とは限らない)。

出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第7回ETBE利用検討ワーキンググループ資料「ETBEの新規化学物質としての安全性試験評価」(2005年12月)をもとに作成

2005年に行われたETBEに係る届出・審査の結果、ETBEは生物体内への蓄積性はないものの、難分解性であり、かつ、人への長期毒性の疑いがある(化審法に基づく第二種監視化学物質に該当する)との判定がなされた(付表8、付表9参照)。

付表 8 新規化学物質としてのETBEの安全性試験評価結果(その1)

試験項目	試験概要	結果	想定判定(判断基準)
生分解性	標準活性汚泥を用いた分解度試験(28日間)	BODによる分解度:0% 被験物質残留量:100%	難分解性 (分解度60%未満のため難分解性)
蓄積性	分配係数(1-オクタノール/水)	logPow*1:1.39	高蓄積性なし (logPow<3.5のため高濃縮性無し)
変異原性	細菌を用いた復帰突然変異(Ames試験)	誘発コロニー数が溶媒対照の2倍以下	陰性 (2倍以下のため陰性)
	ほ乳類培養細胞を用いた染色体異常試験	異常を持つ細胞の出現率が5%以下	陰性 (10%未満のため陰性)
生態毒性	魚類の急性毒性試験(ヒメダカ)	LC50*2:94.1mg/L	生態毒性の恐れなし (LC50(EC50)<1mg/Lのため恐れ無し)
	オオミジンコの急性遊泳阻害試験	EC50*3:104mg/L	
	藻類の生長阻害試験	EC50*3:>83.4mg/L	

*1 1-オクタノール中の試験物質濃度/水中の試験物質濃度の対数、生物濃縮性を予測する尺度

*2 LC50:半数致死濃度(魚類)、ガス体または水に溶解した状態の化学物質に曝露された生物の50%が試験期間内に死亡する濃度のこと、化学物質の急性毒性の強さを示す代表的指標

*3 EC50:半数影響濃度(藻類、ミジンコ)、化学物質の急性毒性の強さを示す代表的指標で、ミジンコ遊泳阻害試験で

は 50%が遊泳しなくなる化学物質の濃度、藻類生長阻害試験では藻類の生長が 50%減少する化学物質の濃度
 出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第7回 ETBE 利用検討ワーキンググループ
 資料「ETBE の新規化学物質としての安全性試験評価」(2005 年 12 月)

付表 9 新規化学物質としての ETBE の安全性試験評価結果
 (その 2、人への長期毒性)

検査項目 ETBE 投与量 [mg/kg/day]	一般状態				器官重量	病理組織 学的検査	想定 判定
	自発運動 低下	呼吸数 減少	不 穩	半 眼			
0	○	○	○	○	○	○	
15	○	○	○	○	○	○	
25	○	○	○	○	○	○	
50	○	○	○	○	○	○	NOEL*1
100	雄 3/5 雌 2/5	○	○	○	○	○	
150	雄 3/5 雌 3/5	○	○	○	○	○	NOAEL*2
400	雄 5/5 雌 5/5	雄 1/5 雌 2/5	雄 1/5 雌 4/5	雄 0/5 雌 1/5	肝臓重量増加 雄 108% 雌 112%	○	
1,000	雄 10/10 雌 10/10	雄 10/10 雌 10/10	雄 2/10 雌 4/10	雄 6/10 雌 10/10	肝臓重量増加 雄 114% 雌 110%	肝臓腫大 雄 1/5 小葉中心性肝細胞 雄 1/5	

(凡例) ○ : 異常が認められていない

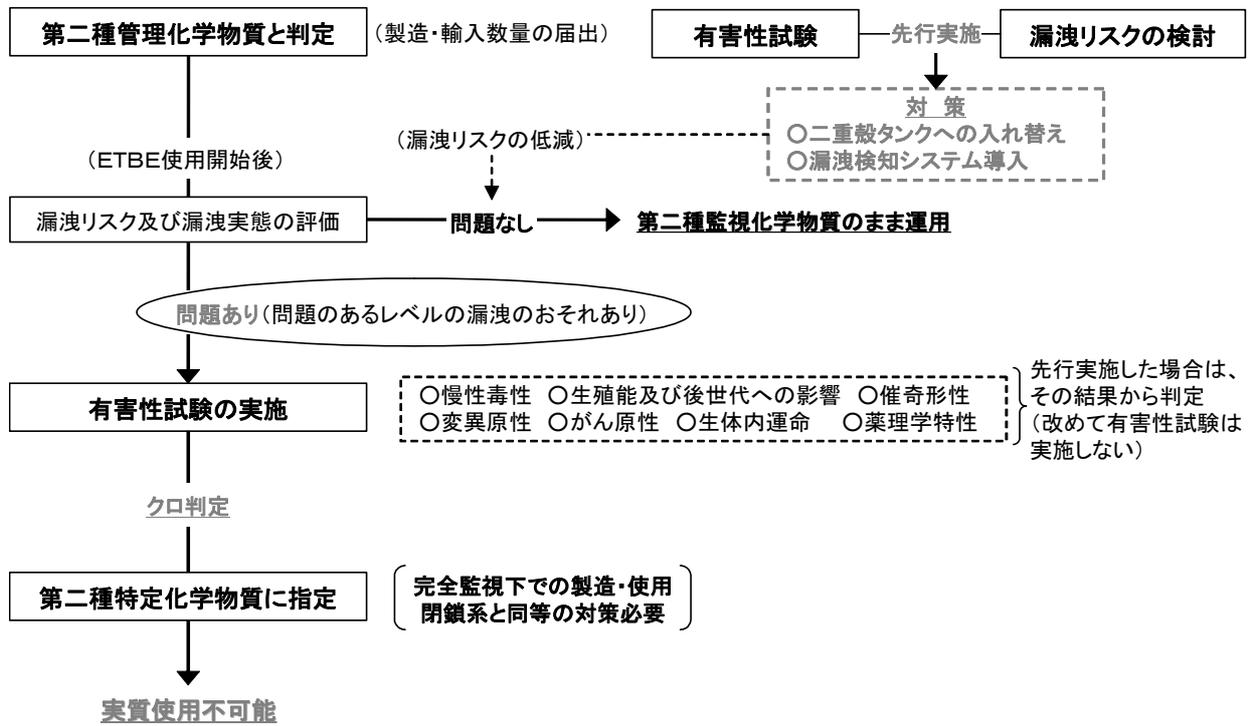
*1 NOEL (No Observed Effect Level、無影響濃度) : 有害/無害を含めた影響が認められない最高の暴露濃度
 *2 NOAEL (No Observed Adverse Effect Level、無毒性濃度) : 有害影響が認められなかった最高の暴露濃度
 出所:総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第7回 ETBE 利用検討ワーキンググループ
 資料「ETBE の新規化学物質としての安全性試験評価」(2005 年 12 月)

② 評価結果を踏まえた今後の対応

化審法に基づく新規化学物質としての安全性評価の結果、ETBE が第二種監視化学物質と判定されたことを踏まえて、以下に示す今後の ETBE 導入に向けて石油連盟として必要なリスク評価を行い、ETBE の環境への暴露を防止する対策を検討・実施することとされている。

- 経済産業省が行うリスク評価 (案) (所要期間 : 2 年)
 - ・ 長期の健康影響調査 (長期毒性試験) を実施、試験期間は 180 日で、評価も含む所要期間は 1 年以上。
 - ・ 環境中に暴露した場合の影響調査を実施、環境中の挙動やヒトへの暴露経路・量の想定等、所要期間は 1 年以上
 - ・ 上記の調査結果等を踏まえ、ETBE のリスク評価を判定する。
- 環境中の漏洩を低減する対策の検討
 - ・ 大気・土壌など環境中への漏洩の実態調査
 - ・ 漏洩を防止する、漏洩量を低減するための有効な対策の検討

- ・ 上記の調査結果等を踏まえ、費用対効果を考慮した有効なリスク管理手法を検討する。



出所: 総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第8回ETBE利用検討ワーキンググループ
資料「バイオマス燃料導入に係る石油業界の考え方について」(2006年1月)

付図5 ETBEに係る今後の化審法のプロセス

参考資料 4 : BDF 混合軽油及び混合用ニート BDF の規格案について

2004 年 7 月にとりまとめられた総合エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会第二次中間報告を受けて、同小委員会規格検討ワーキンググループにおいて、BDF 混合軽油の規格化を検討しており、2006 年 4 月の同ワーキンググループにおいて、規格案がとりまとめられたところである（付表 10）。

この規格案では、「揮発油等の品質の確保等に関する法律」に基づく軽油規格に、脂肪酸メチルエステル（FAME、いわゆるバイオディーゼル）混合軽油の規格を追加し、同軽油中の FAME 含有量を 5.0 質量%以下とするとともに、メタノール含有量、酸化安定性等の項目について新たに規格を定めるものとなっている。また、軽油と混合することを前提としたニート BDF についても、任意の規格(当面は、日本自動車技術会規格、その後 JIS 規格とすることを想定)を定めることとし、その規格値案も併せて示されている。同案は燃料政策小委員会に報告された後、所定の手続きを経て、2006 年度内には施行される見込みである。

付表 10 FAME 混合軽油強制規格及びニート規格(案)

項目	軽油強制規格(案)*		ニート規格(案)		
	規格値	試験法	規格値	試験法	
脂肪酸メチルエステル含有量	質量%	5.0以下	告示	96.5以上	EN 14103
密度	g/ml	-	-	0.86 - 0.90	JIS K 2249
動粘度	mm ² /s	-	-	3.5 - 5.0	JIS K 2283
引火点 (PMCC)	°C	-	-	120以上	JIS K 2265
硫黄分	ppm	50以下	JIS K 2541-1, -2, -6または-7	10以下	JIS K 2541-1, -2, -6または-7
残留炭素分(10%残油)	質量%	-	-	0.3以下	JIS K 2270
セタン指数		45以上	JIS K 2280	51以上	JIS K 2280
セタン価		-	-	-	-
蒸留性状 90% 留出温度	°C	360以下	JIS K 2254	-	-
硫酸灰分	質量%	-	-	0.02以下	JIS K 2272
水分	ppm	-	-	500以下	JIS K 2275
固形不純物	ppm	-	-	24以下	EN 12662
銅板腐食, 3hrs@50°C		-	-	1以下	JIS K 2513
酸価	mgKOH/g	0.13以下	JIS K 2501	0.5以下	JIS K 2501 JIS K 0070
ギ酸、酢酸、プロピオン酸含有量	質量%	計0.003以下	告示	-	-
酸化安定度		-	-	当事者間の合意による	
酸化安定性, 16hrs × 115°C	酸価増加量mgKOH/g	0.12以下	告示	-	
ヨウ素価	gl/100g	-	-	120以下	JIS K 0070
リノレン酸ME	質量%	-	-	12.0以下	EN 14103
多不飽和脂肪酸ME	質量%	-	-	1以下	
メタノール	質量%	0.01以下	告示	0.20以下	JIS K 2536 EN 14110
モノグリセライド	質量%	-	-	0.80以下	EN 14105
ジグリセライド	質量%	-	-	0.20以下	EN 14105
トリグリセライド	質量%	0.01以下	告示	0.20以下	EN 14105
遊離グリセリン	質量%	-	-	0.02以下	EN 14105 EN 14106
全グリセリン	質量%	-	-	0.25以下	EN 14105
金属 (Na + K)	ppm	-	-	5以下	EN 14108 EN 14109
金属 (Ca + Mg)	ppm	-	-	5以下	prEN 14538
リン	ppm	-	-	10以下	EN 14107
流動点	°C	-	-	当事者間の合意による	
CFPP	°C	-	-	当事者間の合意による	

*FAME混合後の軽油強制規格

ニート規格は軽油へのブレンド基材としてのFAME燃料性状を規定する。

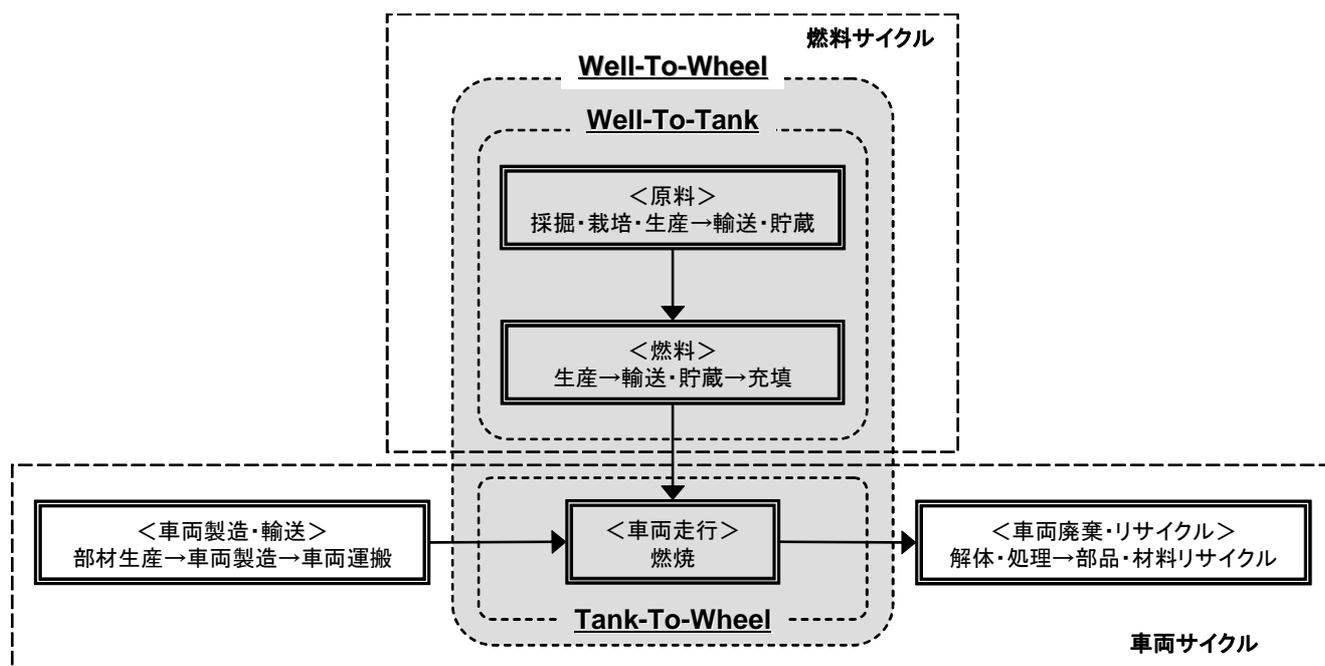
今回新たに追加される項目

参考資料5：輸送用エコ燃料のライフサイクル評価及び経済性検討例

(1) 自動車用バイオエタノールのライフサイクル評価エコ燃料の種類

① 自動車用燃料のライフサイクル評価における検討範囲

自動車用燃料のライフサイクルは付図6に示すように、原料の採掘又は生産から原料輸送から燃料消費に至るプロセスから構成される。



付図6 自動車用燃料のライフサイクル

自動車用燃料のライフサイクル評価においては、原料の採掘・生産から燃料流通までのプロセス範囲を Well-to-Tank、車両における燃料消費プロセスを Tank-to-Wheel、両者を統合したライフサイクル全体を Well-to-Wheel と呼んでいる。

エコ燃料を化石資源由来燃料の代替燃料として利用する際には、カーボンニュートラルによって CO₂ 排出量をゼロとみなせる Tank-to-Wheel 部分だけではなく、上流側の Well-to-Tank 部分を含めてライフサイクル全体での CO₂ 削減効果进行评估する必要がある。

以下では、バイオエタノール及び BDF のライフサイクル CO₂ の整理を行った。バイオエタノールについては、輸入による場合と国産による場合を対象として、ガソリンと比較して評価した検討例を示すとともに、ETBE についてこれに準じた評価を行った結果を示す。BDF については、国産として廃食用油を原料とする場合と休耕地を利用してナタネを栽培して原料とする場合、並びに輸入する場合を対象として、軽油と比較して評価した検討例を示す。

② 国内における自動車用バイオエタノールのライフサイクル評価の例

総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会におけるバイオエタノールのライフサイクル評価*の検討例を示す。

ここでは、輸入エタノールについてはブラジルからの輸入を、また、国産エタノールについては NEDO 事業において実証中の技術を対象とし、ガソリンと比較した検討例について示す。それぞれの設定条件等を付表 11、付表 12 及び付図 7 に示す。

※ 総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会第 9 回燃料政策小委員会資料

「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」(2003 年)

付表 11 自動車用エタノールのライフサイクル評価の設定条件の一覧

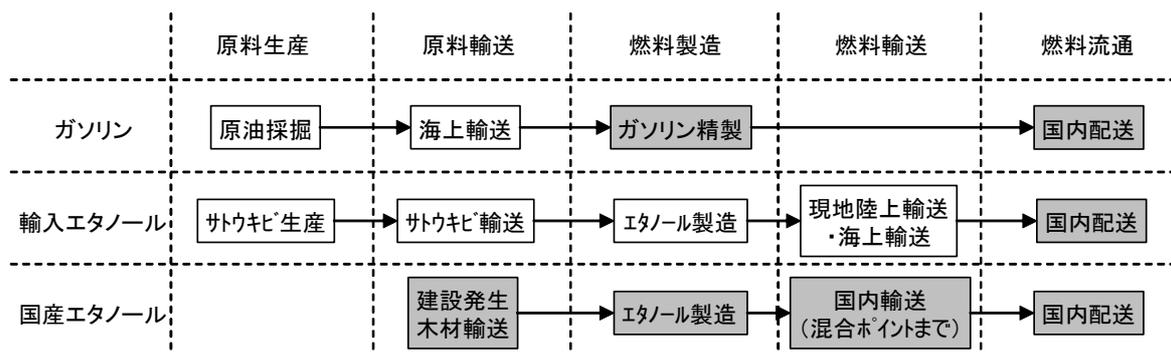
燃料種類	設定条件
輸入エタノール	<ul style="list-style-type: none"> ・ ブラジルで生産されたサトウキビを原料として現地でエタノール生産を行い、海上輸送を経て輸入 ・ 考慮するプロセスは、サトウキビ生産、収穫、エタノール発酵、海上輸送、国内輸送 ・ エタノール発酵についてはバイオ燃料としてバガスのエネルギー利用を考慮 ・ 生産実態についてはブラジルの現地データを使用 ・ プラント規模は約 960kL/日 (ブラジルにおけるプラント規模)
国産エタノール	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内で発生する建設発生木材を用いてセルロース系エタノールを生産 ・ 考慮するプロセスは、建設発生木材収集、前処理、加水分解、エタノール発酵、国内輸送 ・ エタノール発酵については NEDO による研究開発事業目標を適用、バイオ燃料として副産物であるリグニンの発電・熱利用を考慮 ・ プラント規模は約 10kL/日
ガソリン	<ul style="list-style-type: none"> ・ 我が国で実際に使用される精製プラントの諸元、原油輸送実態、国内輸送実態に基づく推計を引用 ・ 精製プロセスで排出される廃棄物の処理に係るエネルギー投入等も考慮

出所：第 9 回燃料政策小委員会資料「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」(2003 年)

付表 12 自動車用エタノールのライフサイクル評価における各ケースの設定条件の比較

燃料種類	項目	平均ケース	悪条件ケース
輸入エタノール	収量	実績平均 (80.4t/ha)	平均より 15%低下 (最近 10 年間の最低値)
	沿岸立地(プラント→積出港)	100km	300km
国産エタノール	木材発生密度	平均値	平均の 50% (50%は他用途で利用)
	リグニン(副産物)利用	発電利用、熱利用 (共に自家消費分相当)	熱利用 (電力は系統買電)
	流通距離(プラント→流通拠点)	100km	300km

出所：第 9 回燃料政策小委員会資料「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」(2003 年)



網掛け部分：国内で実行されるプロセス

付図 7 各燃料の評価対象とプロセス項目の対応の一覧

試算結果を付表 13 及び付表 14 に整理する。輸入エタノール、国産エタノール共に、ガソリンと比較して燃料の単位熱量あたりの化石燃料消費量と CO₂ 排出量の削減効果が得られる結果となっている。

付表 13 Well-to-Wheel での化石燃料消費量の試算例

(単位：MJ/GJ)

	ガソリン	エタノール			
		輸入		国産	
		平均	悪条件	平均	悪条件
原料生産	22	46.6	51.3	0.0	0.0
原料輸送	15	19.1	19.1	28.0	56.0
燃料製造	154	3.7	3.7	40.4	294.8
燃料輸送	0	114.3	127.2	6.5	19.5
燃料流通	6	5.1	5.1	5.1	5.1
燃 焼	1000	0.0	0.0	0.0	0.0
合 計	1,197.6	188.8	206.5	80.0	375.5

出所：第 9 回燃料政策小委員会資料「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」(2003 年)

付表 14 Well-to-Wheel での CO₂ 排出量の試算例

(単位：kgCO₂/GJ)

	ガソリン	エタノール			
		輸入		国産	
		平均	悪条件	平均	悪条件
原料生産	1.1	5.9	6.7	0.0	0.0
原料輸送	1.0	1.3	1.3	1.9	3.8
燃料製造	9.7	0.3	0.3	7.4	17.7
燃料輸送	0.0	8.0	8.9	0.4	1.3
燃料流通	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
燃 焼	73.1	0.0	0.0	0.0	0.0
合 計	85.3	15.9	17.5	10.1	23.1

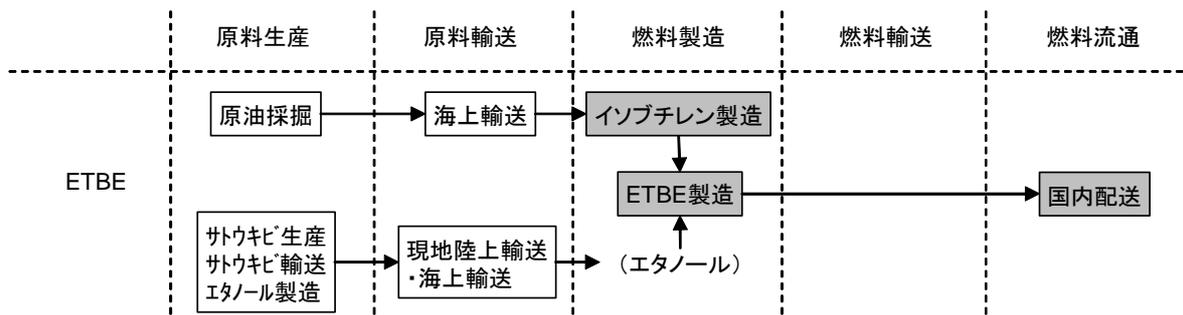
③ ETBE のライフサイクル CO₂ の試算

ETBE については上記のバイオエタノールのライフサイクル評価の中では取り扱われていないことから、ETBE 利用検討 WG における検討^{*1} 及び既存調査^{*2} を参考にライフサイクル CO₂ の試算を行った。ETBE の原料のうち、エタノールについては輸入エタノールを利用するものとし、イソブチレンについては流動接触分解装置からの副生イソブチレンを利用するものとして試算条件を設定した。

*1 第 2 回 ETBE 利用検討 WG 資料「ETBE 混合ガソリンの CO₂ 排出量削減効果について」

*2 総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会第 9 回燃料政策小委員会資料

「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」(2003 年)



網掛け部分：国内で実行されるプロセス

付図 8 ETBE の評価対象とプロセス項目の対応の一覧

原料となるイソブチレン及び ETBE の製造に要するエネルギーに伴い発生する CO₂ 排出量は、ETBE 検討利用 WG では 0.303kgCO₂/L_{ETBE} (10.7kgCO₂/GJ) とされている。これには、輸入エタノールの原料生産・原料輸送・燃料製造・燃料輸送の CO₂ 並びにイソブチレンの原料生産・原料輸送分の CO₂ は含まれていないため、当該分の CO₂ を計上した (付表 15、付表 16)。

付表 15 ETBE 製造に必要なイソブチレンの原料採掘及び海上輸送に係る CO₂ の試算

項目	数 値	備 考
① イソブチレン必要量(容積)	0.828 kL/kL _{ETBE}	出所:ETBE 混合ガソリンの CO ₂ 排出量削減効果について
② イソブチレン必要量(質量)	0.489 kg/kL _{ETBE}	②=①×0.59(イソブチレンの密度:0.59)
③ イソブチレン必要量(発熱量)	24.5 GJ/kL _{ETBE}	③=①×50.1(イソブチレンの発熱量:50.1MJ/kg)
④ 石油製品の原油採掘由来 CO ₂	1.1 kgCO ₂ /GJ	出所:バイオマス燃料の CO ₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)
⑤ 石油製品の海上輸送由来 CO ₂	1.0 kgCO ₂ /GJ	
⑥ イソブチレン分の原油採掘由来 CO ₂	27.0 kgCO ₂ /kL _{ETBE}	⑥=③×④
⑦ イソブチレン分の海上輸送由来 CO ₂	24.5 kgCO ₂ /kL _{ETBE}	⑦=③×⑤
⑧ 合計(ETBE 容積ベース)	51.5 kgCO ₂ /kL _{ETBE}	⑧=⑥+⑦
⑨ 合計(ETBE 発熱量ベース)	1.8 kgCO ₂ /GJ	⑨=⑧÷28.2(ETBE の発熱量:28.2MJ/L)

付表 16 ETBE 製造に必要なエタノールの原料生産から輸入に係る CO₂ の試算

項目	[単位]	数値		備考
		平均	悪条件	
① エタノール必要量(容積)	[kL/kL _{ETBE}]	0.427		出所:ETBE 混合ガソリンの CO ₂ 排出量削減効果について
② エタノール必要量(発熱量)	[GJ/kL _{ETBE}]	9.1		②=①×21.2(エタノールの発熱量:21.2MJ/L)
③ エタノールの原料生産由来 CO ₂	[kgCO ₂ /GJ]	5.9	6.7	出所:バイオマス燃料の CO ₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)
④ エタノールの原料輸送由来 CO ₂	[kgCO ₂ /GJ]	1.3	1.3	
⑤ エタノールの燃料製造由来 CO ₂	[kgCO ₂ /GJ]	0.3	0.3	
⑥ エタノールの燃料輸送由来 CO ₂	[kgCO ₂ /GJ]	8.0	8.9	
⑦ 合計(ETBE 容積ベース)	[kgCO ₂ /kL _{ETBE}]	141.1	156.5	
⑧ 合計(ETBE 発熱量ベース)	[kgCO ₂ /GJ]	5.0	5.5	⑧=⑦÷28.2(ETBE の発熱量:28.2MJ/L)

ETBE の燃料流通分については、ガソリンと同じものとして試算した。また、ETBE の燃焼に伴う CO₂ 排出量については、ETBE そのものを燃焼した際にイソブチレン分炭素に由来する CO₂ 排出量を計上し、エタノール分炭素はカーボンニュートラルとして扱った。

付表 17 Well-to-Wheel での ETBE の CO₂ 排出量の試算例結果

(単位: kgCO₂/GJ)

	平均	悪条件	備考
原料生産	3.4	3.7	イソブチレン原料採掘 +エタノール原料生産・原料輸送・製造分
原料輸送	3.5	3.8	イソブチレン原料海上輸送 +エタノール現地輸送・海上輸送分
燃料製造	10.7	10.7	イソブチレン製造分+ETBE 製造分
燃料輸送	0	0	—
燃料流通	0.4	0.4	ガソリンと共通
燃 焼	45.7	45.7	出所:ETBE 混合ガソリンの CO ₂ 排出量削減効果について
合 計	63.7	64.3	—

④ エタノール及び ETBE 試算結果のまとめ

エタノール及び ETBE の試算結果 (ガソリンに混合しないそのものの数字) の一覧を付表 18 に示す。なお、ガソリンの製造部分の試算結果と ETBE 及びイソブチレンの製造部分の試算結果は異なる資料に基づいているため、そのまま比較することは適当でない。そこで、後者の試算条件でガソリンの製造時の CO₂ 排出量を算出すると 9.7kgCO₂/GJ となり、付表 13 のガソリン製造段階の CO₂ 排出量 8.8CO₂/GJ の 1.1 倍となる。ここではこの数字を用いて比較を行った。

付表 18 Well-to-Wheel でのエタノール及び ETBE の CO₂ 排出量の試算例

(単位 : kgCO₂/GJ)

	ガソリン*1	エタノール*2				ETBE*3 (輸入エタノール利用)	
		輸入		国産		平均	悪条件
		平均	悪条件	平均	悪条件		
原料生産	1.1	5.9	6.7	0.0	0.0	3.4	3.7
原料輸送	1.0	1.3	1.3	1.9	3.8	3.5	3.8
燃料製造	9.7	0.3	0.3	7.4	17.7	10.7	10.7
燃料輸送	0.0	8.0	8.9	0.4	1.3	0	0
燃料流通	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
燃 焼	73.1	0.0	0.0	0.0	0.0	45.7	45.7
合 計	85.3	15.9	17.5	10.1	23.1	63.7	64.3

*1「ETBE 混合ガソリンの CO₂ 排出量削減効果について」及び「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」の試算条件に基づく独自試算

*2「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」より引用

*3「ETBE 混合ガソリンの CO₂ 排出量削減効果について」及び「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」の試算条件に基づく独自試算

⑤ エタノール及び ETBE 混合ガソリンのライフサイクル CO₂ の試算

続いて、エタノール及び ETBE を混合したガソリンのライフサイクル CO₂ の試算を行った。ETBE 利用検討 WG の試算では、E3 及び ETBE 7% 混合ガソリンについて、一般ガソリンと同じオクタン価となるよう混合ガソリンの基材の混合割合を調整して CO₂ 排出量を算出している。ここでも、同じ条件で基材の混合割合を調整したガソリンで比較を行った。

試算に用いたガソリン基材の物性値を付表 19 に示す。

付表 19 試算に用いたガソリン基材の物性値

基材種類	オクタン価	密度 [kg/L]	炭素割合 [mass%]	ニュートラル炭素 [mass%]	発熱量 [MJ/kg]
ブタン	95	0.575	82.8	0	45.68
ライトナフサ	68	0.680	83.7	0	44.82
芳香族	110	0.870	91.3	0	40.53
FCC ガソリン	92	0.725	86.0	0	43.90
アルキレート	96	0.690	84.1	0	44.49
エタノール	120	0.796	52.2	52.2	26.82
ETBE	115	0.747	70.6	23.5	37.75

出所 : 「ETBE 混合ガソリンの CO₂ 排出量削減効果について」

ETBE 利用検討 WG の試算では、燃料生産と燃焼に由来する CO₂ を試算対象としていることから、ここでは原料生産・原料輸送・燃料輸送・燃料流通に由来する CO₂ の排出原単位を燃料政策小委員会資料から追加して試算を行った (付表 20)。

付表 20 試算に用いたガソリン基材の CO₂ 排出原単位

基材種類	原料生産	原料輸送	燃料製造	燃料輸送	燃料流通	燃 焼
ブタン	1.1	1	1	0	0.4	66.5
ライトナフサ	1.1	1	2.7	0	0.4	68.5
芳香族	1.1	1	4.9	0	0.4	82.6
FCC ガソリン	1.1	1	16.2	0	0.4	71.8
アルキレート	1.1	1	12.2	0	0.4	66.5
エタノール*1*	5.9	1.3	0.3	8.0	0.3	0
ETBE*2*	3.4	3.5	10.7	0	0.4	45.7

*1 エタノールについては全て「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」を適用

*2 ETBE については前述の試算結果（表 7）を適用

*3 その他の基材については、燃料製造及び燃焼については、「ETBE 混合ガソリンの CO₂ 排出量削減効果について」を適用、他は「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」を適用

ガソリン及び E3、ETBE の各基材の混合割合は、ETBE 検討 WG の試算条件（オクタン価 92 となる）を適用した（付表 21）。

付表 21 ガソリン及び E3、ETBE7%混合ガソリン
の基材混合割合

基材種類	ガソリン	E3	ETBE7% 混合ガソリン
ブタン	6.2%	4.2%	5.7%
ライトナフサ	19.8%	21.1%	20.8%
芳香族	24.0%	21.7%	16.6%
FCC ガソリン	45.0%	45.0%	45.0%
アルキレート	5.0%	5.0%	5.0%
エタノール	0.0%	3.0%	0.0%
ETBE	0.0%	0.0%	7.0%
合 計	100.0%	100.0%	100.0%

出所：「ETBE 混合ガソリンの CO₂ 排出量削減効果について」

上記の試算条件に基づき、E3 及び ETBE7%混合ガソリンのライフサイクル CO₂ の試算を行った。結果を付表 22 に示す。E3 と ETBE7%混合ガソリンの CO₂ 削減効果はそれぞれ 2.03kgCO₂/GJ と 1.79kgCO₂/GJ なり、E3 の方が 1 割強削減効果が高い結果となっている。

付表 22 E3 及び ETBE7%混合ガソリン (ETBE7) のライフサイクル CO₂ の
 試算例(オクタン価92となるよう基材の混合割合を調整した場合) (単位 kgCO₂/GJ)

	原料 生産	原料 輸送	燃料 製造	燃料 輸送	燃料 流通	燃焼	Well-To -Tank	Well-To -Wheel	WTW 削減量	WTW 削減率
ガソリン	1.11	1.00	9.67	0.00	0.40	73.14	12.18	85.32	—	—
E3	1.26	1.01	9.58	0.24	0.40	70.80	12.49	83.29	2.03	2.4%
ETBE	1.27	1.19	10.08	0.00	0.40	70.59	12.94	83.53	1.79	2.1%

参考として、ガソリンの基材混合割合を調整せずにエタノール又は ETBE を混合した場合のライフサイクル CO₂ を試算した (付表 23)。基材の混合割合を調整した場合と比べて、各混合ガソリンはオクタン価が若干高くなると共に、ライフサイクル CO₂ 削減効果 (WTW 削減率) が減少しており、ETBE の方が WTW 削減率の減少幅が大きくなっている。

付表 23 E3 及び ETBE7%混合ガソリン (ETBE7) のライフサイクル CO₂ の
 試算例 (基材の混合割合を調整しないでエタノール・ETBE を混合した場合)

(単位 kgCO₂/GJ)

	原料 生産	原料 輸送	燃料 製造	燃料 輸送	燃料 流通	燃焼	Well-To -Tank	Well-To -Wheel	WTW 削減率	WTW 削減率	(参考) オクタン価
ガソリン	1.11	1.00	9.67	0.00	0.40	73.14	12.18	85.32	—	—	92
E3	1.25	1.01	9.41	0.24	0.39	71.03	12.30	83.33	1.99	2.3%	93
ETBE	1.26	1.18	9.76	0.00	0.40	71.29	12.60	83.89	1.43	1.7%	94

⑥ 国内におけるバイオディーゼル燃料のライフサイクル評価の例

総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会燃料政策小委員会における BDF のライフサイクル評価*の検討例を示す。

ここでは、輸入 BDF についてはマレーシアからの輸入、国産 BDF については廃食用油並びに休耕地にて栽培したナタネを原料とする条件を対象とし、軽油と比較した検討例について示す。それぞれの設定条件等を付表 24、付表 25 及び付図 9 に示す。

* 総合資源エネルギー調査会石油分科会石油部会第 9 回燃料政策小委員会資料

「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」(2003 年)

付表 24 BDF のライフサイクル評価の設定条件の一覧

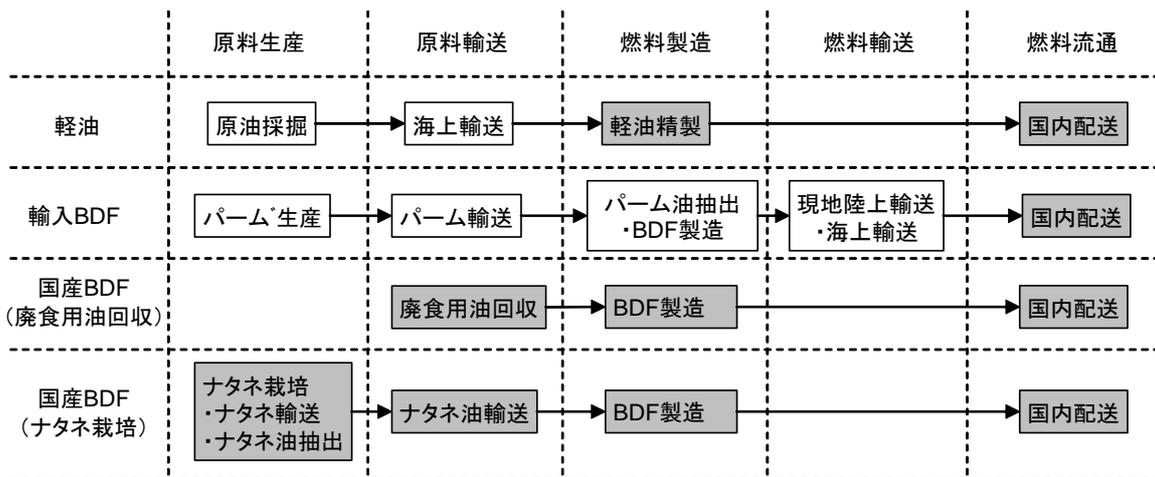
燃料種類		設定条件
輸入 BDF		<ul style="list-style-type: none"> マレーシアで生産されたパーム油を原料として現地で BDF 生産を行い、海上輸送を経て輸入(パーム油・BDF 製造一貫工場を想定) 考慮するプロセスは、パーム椰子生産、パーム椰子油槽、パーム油製造(搾油)、BDF 製造、海上輸送、国内輸送 プラント規模は約 300kL/日を想定
国産 BDF	廃食用油の回収利用	<ul style="list-style-type: none"> 国内で発生する廃食用油を回収し、これを前処理・エステル化を経て BDF 製造 考慮するプロセスは、廃食用油回収、前処理、エステル化、国内輸送 プラント規模は 310L/日を想定
	休耕田でのナタネ栽培利用	<ul style="list-style-type: none"> 国内の休耕田等にナタネを栽培し、得られるナタネ油を原料として BDF を製造 考慮するプロセスは、ナタネ栽培、収穫、搾油、エステル化、国内輸送 プラント規模は 310L/日を想定
軽油		<ul style="list-style-type: none"> 我が国で実際に使用される精製プラントの諸元、原油輸送実態、国内輸送実態に基づく推計を引用 精製プロセスで排出される廃棄物の処理に係るエネルギー投入等も考慮

出所：第 9 回燃料政策小委員会資料「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」(2003 年)

付表 25 BDF のライフサイクル評価における各ケースの設定条件の比較

燃料種類		項目	平均ケース	悪条件ケース
輸入 BDF		収量	実績平均 (18.8t/ha)	最近 10 年間の最低値 (17.0t/ha)
		沿岸立地(プラント→積出港)	100km	300km
国産 BDF	廃食用油の回収利用	廃食用油回収距離	20km(想定)	40km(想定)
		流通距離(プラント→流通拠点)	100km	300km
	休耕田でのナタネ栽培利用	ナタネ収量	1.95t/ha	左記より 10%低下
		流通距離(プラント→流通拠点)	100km	300km

出所：第 9 回燃料政策小委員会資料「バイオマス燃料の CO₂ 排出等に関する LCA 評価について(2)」(2003 年)



網掛け部分：国内で実行されるプロセス

付図9 各燃料の評価対象とプロセス項目の対応の一覧

試算結果を付表26及び付表27に整理する。輸入BDF、国産BDF2ケース共に、軽油と比較して燃料の単位熱量あたりの化石燃料消費量とCO₂排出量の削減効果が得られる結果となっている。

付表26 Well-to-Wheelでの化石燃料消費量の試算例

(単位：MJ/GJ)

	軽油	バイオディーゼル燃料					
		輸入		国産			
				廃食用油回収		休耕地ナタネ油生産	
		平均	悪条件	平均	悪条件	平均	悪条件
原料生産	20	68.5	75.8	0.0	0.0	84.4	91.4
原料輸送	14	4.1	4.1	0.9	1.9	3.1	3.1
燃料製造	50	134.5	134.5	363.1	363.1	363.9	363.9
燃料輸送	0	20.9	30.5	4.8	14.3	4.8	14.3
燃料流通	6	3.8	3.8	5.0	5.0	5	5.0
燃 焼	1,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合 計	1,090	231.9	248.7	373.9	384.4	461.1	477.7
軽油に対する比率	100%	21%	23%	34%	35%	42%	44%

付表 27 Well-to-Wheel での CO2 排出量の試算例

(単位: kgCO₂/GJ)

	軽油	バイオディーゼル燃料					
		輸入		国産			
				廃食用油回収		休耕地ナタネ油生産	
		平均	悪条件	平均	悪条件	平均	悪条件
原料生産	1.1	11.4	12.6	0.0	0.0	11.8	12.9
原料輸送	1.0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2
燃料製造	2.8	7.1	7.1	27.9	27.9	28.0	28.0
燃料輸送	0.4	1.5	2.1	0.3	1.0	0.3	0.3
燃料流通	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.0
燃 焼	68.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合 計	73.9	20.6	22.4	28.7	29.4	40.6	42.4
軽油に対する比率	100%	28%	30%	39%	40%	55%	57%

輸入 BDF の GHG 発生量のうち、原料であるパーム生産過程の発生量が全体の約半分を占めており、これは施肥による一酸化二窒素 (N₂O) が影響している。次に多いのが燃料製造で、輸入に係る燃料輸送の占める割合はそれほど大きくない。

一方、国産 BDF のうち、廃食用油由来の BDF については、燃料製造過程の GHG 発生量が全体の 9 割以上を占めており、平均、悪条件ともに輸入よりも効果が下回る結果となっている。この試算においては、輸入 BDF については大規模プラント (300kL/日) での連続生産、国産 BDF はバッチ式設備 (310L/日) での生産を想定しており、製造設備のスケールメリットの差が反映された結果となっている。休耕地栽培ナタネ由来の BDF については、廃食用油由来 BDF と同様に燃料製造過程の発生量が大いと共に、ナタネ生産過程の発生量も輸入 BDF と同程度の量となっており、結果として最も GHG 発生量が多くなっている。

このことから、国産 BDF の温暖化対策としての有効性を高めるためには、BDF 製造システムのエネルギー効率を向上させることが重要と言えるが、一方でスケールメリットを出しやすい輸入 BDF は国産 BDF と比しても十分効果的な対策と言える。

(2) 自動車用バイオエタノールの経済性検討

① エタノール／ETBE 混合ガソリンの価格試算の考え方

エタノール及び ETBE は共にガソリンより体積当たり発熱量（エネルギー）が低いため、1L のガソリンと同じエネルギーを得る（同じ距離を走行する）ためには、エタノール又は ETBE を混合したガソリンは 1L より多い量を燃焼させる必要がある（付表 28）。このため、混合ガソリンの経済性の評価においては、ガソリンと同じ熱量を得るために必要な量（発熱量等価となる量）の価格で比較を行う必要がある。ここでは、発熱量等価となる量（E3：1.012L、ETBE7%混合ガソリン：1.017L）当たりの価格を検討対象とする。

付表 28 エタノール等混合ガソリンの発熱量と発熱量等価体積

混合する燃料種類	エタノール	ETBE
発熱量	21.2MJ/L	26.4MJ/L
ガソリンへの混合率	3%	7%
混合ガソリンの発熱量	34.2MJ/L	34.0MJ/L
ガソリン 1L と発熱量等価となる量*	1.012L	1.017L

※ ガソリンの発熱量：34.6MJ/L

② バイオエタノール 3%混合ガソリン（E3）の小売価格試算条件

エタノール混合利用に係るインフラ整備費用については、環境省の再生可能燃料利用推進会議報告書による試算もあるが、ETBE との比較となるため、同じ会議での資料を用いることとし、ETBE 利用検討ワーキンググループにおける試算値*（総額 3,320 億円、エタノール 1L 当たり 17.1 円/L）を用いた（付表 29）。

※ 第 2 回 ETBE 利用検討 WG「ブラジルからのエタノール輸入可能性について」（2005 年 5 月）

エタノール価格については、国産及び輸入の双方に対応できるよう卸売価格 30～100 円/L に設定した。

付表 29 E3 導入費用の試算例(※設備規模はレギュラーE10 化対応が可能な規模)

施設	設備	投資額 (億円)	耐用年数 (年)	年経費 (億円/年)	
蒸気圧調整設備	デフラナイザー	90	8	12.3	
輸入基地兼製油所	燃料エタノール受入設備(船)	0.6	15	0.05	
	燃料エタノール払出設備(船)	0.3	15	0.02	
	燃料エタノール貯蔵タンク(2万kL×2基)	7.0	15	0.54	
	所内配管、移送設備	1.6	15	0.12	
	混合、充填装置(ローリー20箇所)	3.4	13	0.30	
	エタノール出荷設備(貨車4箇所)	0.4	13	0.04	
	泡消火設備、配管	0.6	8	0.08	
	計装、電気設備	6.4	15	0.50	
	土工工事	4.0	15	0.31	
	小計	24.3	—	1.97	
	小計×10箇所	243	—	19.7	
	製油所	燃料エタノール払出設備(船)	0.4	15	0.03
		燃料エタノール貯蔵タンク(6千kL×2基)	3.4	15	0.26
所内配管、移送設備		1.2	15	0.09	
混合、充填装置(ローリー20箇所)		3.4	13	0.30	
エタノール出荷設備(貨車4箇所)		0.4	13	0.04	
泡消火設備、配管		0.4	8	0.05	
計装、電気設備		4.9	15	0.38	
土工工事		2.0	15	0.16	
小計		16.1	—	1.32	
小計×22箇所		354	—	28.9	
臨海型油槽所 (石油会社、 農協・商事)		燃料エタノール受入設備(船)	0.2	15	0.02
		燃料エタノール貯蔵タンク(600kL×2基)	1.0	15	0.08
		所内配管、移送設備	0.9	15	0.07
	混合、充填装置(ローリー8箇所)	1.4	13	0.12	
	泡消火設備、配管	0.2	8	0.03	
	計装、電気設備	2.6	15	0.20	
	土工工事	0.6	15	0.05	
	小計	6.9	—	0.56	
	小計×196箇所	1,352	—	109.8	
	臨海型油槽所 (共同油槽所)	燃料エタノール受入設備(船)	0.2	15	0.02
		燃料エタノール貯蔵タンク(1000kL×3基)	1.2	15	0.09
		所内配管、移送設備	0.9	15	0.07
		混合、充填装置(ローリー10箇所)	1.7	13	0.15
泡消火設備、配管		0.2	8	0.03	
計装、電気設備		3.0	15	0.23	
土工工事		0.7	15	0.05	
小計		7.90	—	0.64	
小計×14箇所		111	—	9.0	
内陸型油槽所 (石油会社、 農協・商事)		燃料エタノール受入設備(貨車)	0.2	20	0.01
		燃料エタノール貯蔵タンク(600kL×2基)	1.0	15	0.08
		所内配管、移送設備	0.9	15	0.07
		混合、充填装置(ローリー8箇所)	1.4	13	0.12
	泡消火設備、配管	0.2	8	0.03	
	計装、電気設備	2.6	15	0.20	
	土工工事	0.6	15	0.05	
	小計	6.9	—	0.56	
	小計×19箇所	131	—	10.6	
	内陸型油槽所 (共同油槽所)	燃料エタノール受入設備(貨車)	0.4	20	0.02
		燃料エタノール貯蔵タンク(1500kL×3基)	1.4	15	0.11
		所内配管、移送設備	0.9	15	0.07
		混合、充填装置(ローリー20箇所)	3.4	13	0.30
泡消火設備、配管		0.2	8	0.03	
計装、電気設備		3.2	15	0.25	
土工工事		0.8	15	0.06	
小計		10.3	—	0.84	
小計×8箇所		82	—	6.7	
給油所		地下タンク改造×50,000箇所	500	8	68.25
		地下タンク清掃(通常清掃)×47,500箇所	240	15	18.68
		地下タンク清掃(工事を伴う清掃)×2,500箇所	120	15	9.34
		給油機改造×50,000箇所	100	8	13.65
	小計	960	—	109.9	
総計		3,320	—	307.6	

出所:第2回 ETBE 利用検討 WG 資料

「ブラジルからのエタノール輸入可能性に関する調査研究報告書」(2005年2月)

③ ETBE 7%混合ガソリンの小売価格試算条件

ETBE についても、ETBE 利用検討 WG における試算値*を適用した。以下の経済性の検討では、副生イソブチレン全量を利用して ETBE を 145 万 kL 供給するケースの費用（11.6 円/L）を用いることとした（付表 30 参照）。

※ 第 4 回 ETBE 利用検討 WG 資料「ETBE の供給安定性、経済性について」（2005 年 8 月）

なお、流通設備に関しては、ETBE が第二種監視化学物質と判定された結果を受けて、環境中への暴露によるリスク評価と併せて流通過程での漏洩の可能性と対策のあり方を 2006 年度から検討することとされている。給油所での具体的な設備対応策としては、今のところ二重殻タンクへの入れ替えや漏洩検知システムの導入が挙げられているが、ここでは試算の対象外となっている。

付表 30 ETBE7 混合ガソリン導入費用の試算例

区分		ETBE82 万 kL 供給 (エタノール 35 万 kL)	ETBE145 万 kL 供給 (エタノール 62 万 kL)	ETBE420 万 kL 供給 (エタノール 180 万 kL)
設備費用 [億円]	ETBE 装置	233	483	335
	ブタン異性化・脱水素/ETBE 装置	—	—	1,165
	エタノール受入設備	89	170	340
	小計	322	653	1,840
製造コスト [円/L]	副製品費	0	0	-2.2
	償却費	4.4	5.1	4.9
	その他固定費	3.9	4.5	4.4
	運転コスト	1.3	1.3	4.2
	物流コスト	0.5	0.7	0.6
	合計	10.1	11.6	11.9

出所：第 4 回 ETBE 利用検討 WG 資料「ETBE の供給安定性、経済性について」（2005 年 8 月）より作成

イソブチレンの供給価格については、石油精製業で発生しているイソブチレンの燃料利用により代替される C 重油の価格帯及び LPG として取引されているブテン価格を参考に、20～70 円/L として設定を行った。

④ 混合ガソリンの小売価格試算結果

E3 及び ETBE7%混合ガソリンのガソリン発熱量等価ベースの小売価格の試算結果を以下に示す。ここでは比較のため、ガソリン価格を 131 円/L に固定してエタノール価格とイソブチレン価格を変動させた結果をまとめた。

付表 31 エタノール混合ガソリンのガソリン発熱量等価ベース小売価格の比較例
(ガソリン小売価格 131 円/L の場合※)

エタノール 卸売価格	E3	ETBE					
		イソブチレン価格 20円/kg	イソブチレン価格 30円/kg	イソブチレン価格 40円/kg	イソブチレン価格 50円/kg	イソブチレン価格 60円/kg	イソブチレン価格 70円/kg
30円/L	132.0	131.3	131.7	132.1	132.4	132.8	133.2
40円/L	132.3	131.7	132.1	132.5	132.8	133.2	133.6
50円/L	132.6	132.1	132.5	132.9	133.3	133.6	134.0
60円/L	132.9	132.5	132.9	133.3	133.7	134.1	134.4
70円/L	133.2	132.9	133.3	133.7	134.1	134.5	134.8
80円/L	133.5	133.3	133.7	134.1	134.5	134.9	135.3
90円/L	133.8	133.7	134.1	134.5	134.9	135.3	135.7
100円/L	134.1	134.1	134.5	134.9	135.3	135.7	136.1

※ 2006 年 4 月の全国のレギュラーガソリン平均小売価格 (石油情報センター調べ)

参考として、揮発油税等をエタノール (ETBE についてはエタノール成分) について免税とした場合の価格を付表 32 に示す。

付表 32 エタノールにかかる揮発油税等を免税とした場合のエタノール混合
ガソリンのガソリン発熱量等価ベース小売価格の比較例
(ガソリン小売価格 131 円/L の場合※)

エタノール 卸売価格	E3	ETBE					
		イソブチレン価格 20円/kg	イソブチレン価格 30円/kg	イソブチレン価格 40円/kg	イソブチレン価格 50円/kg	イソブチレン価格 60円/kg	イソブチレン価格 70円/kg
30円/L	130.3	129.6	130.0	130.4	130.8	131.2	131.6
40円/L	130.6	130.0	130.4	130.8	131.2	131.6	132.0
50円/L	130.9	130.4	130.8	131.2	131.6	132.0	132.4
60円/L	131.2	130.8	131.2	131.6	132.0	132.4	132.8
70円/L	131.5	131.3	131.6	132.0	132.4	132.8	133.2
80円/L	131.8	131.7	132.1	132.4	132.8	133.2	133.6
90円/L	132.1	132.1	132.5	132.8	133.2	133.6	134.0
100円/L	132.5	132.5	132.9	133.3	133.6	134.0	134.4

※ 2006 年 4 月の全国のレギュラーガソリン平均小売価格 (石油情報センター調べ)

網掛け部分：ガソリン発熱量等価ベース小売価格 131 円/L 以下のもの

なお、容量当たりの小売価格に換算すると、付表 31 は付表 33、付表 32 は付表 34 のようになる。

付表 33 エタノール混合ガソリンのガソリン小売価格の比較例
 (ガソリン小売価格 131 円/L の場合※)

エタノール 卸売価格	E3	ETBE					
		イソブチレン価格 20円/kg	イソブチレン価格 30円/kg	イソブチレン価格 40円/kg	イソブチレン価格 50円/kg	イソブチレン価格 60円/kg	イソブチレン価格 70円/kg
30円/L	130.4	129.1	129.5	129.8	130.2	130.6	131.0
40円/L	130.7	129.5	129.9	130.2	130.6	131.0	131.4
50円/L	131.0	129.9	130.3	130.6	131.0	131.4	131.8
60円/L	131.3	130.3	130.7	131.0	131.4	131.8	132.2
70円/L	131.6	130.7	131.1	131.4	131.8	132.2	132.6
80円/L	131.9	131.1	131.5	131.8	132.2	132.6	133.0
90円/L	132.2	131.5	131.9	132.2	132.6	133.0	133.4
100円/L	132.5	131.9	132.3	132.6	133.0	133.4	133.8

※ 2006 年 4 月の全国のレギュラーガソリン平均小売価格 (石油情報センター調べ)

網掛け部分：ガソリン小売価格 131 円/L 以下のもの

付表 34 エタノールにかかる揮発油税等を免税とした場合のエタノール混合
 ガソリンの小売価格の比較例 (ガソリン小売価格 131 円/L の場合※)

エタノール 卸売価格	E3	ETBE					
		イソブチレン価格 20円/kg	イソブチレン価格 30円/kg	イソブチレン価格 40円/kg	イソブチレン価格 50円/kg	イソブチレン価格 60円/kg	イソブチレン価格 70円/kg
30円/L	128.8	127.5	127.8	128.2	128.6	129.0	129.4
40円/L	129.1	127.9	128.2	128.6	129.0	129.4	129.8
50円/L	129.4	128.3	128.6	129.0	129.4	129.8	130.2
60円/L	129.7	128.7	129.0	129.4	129.8	130.2	130.6
70円/L	130.0	129.1	129.4	129.8	130.2	130.6	131.0
80円/L	130.3	129.5	129.8	130.2	130.6	131.0	131.4
90円/L	130.6	129.9	130.2	130.6	131.0	131.4	131.8
100円/L	130.9	130.3	130.6	131.0	131.4	131.8	132.2

※ 2006 年 4 月の全国のレギュラーガソリン平均小売価格 (石油情報センター調べ)

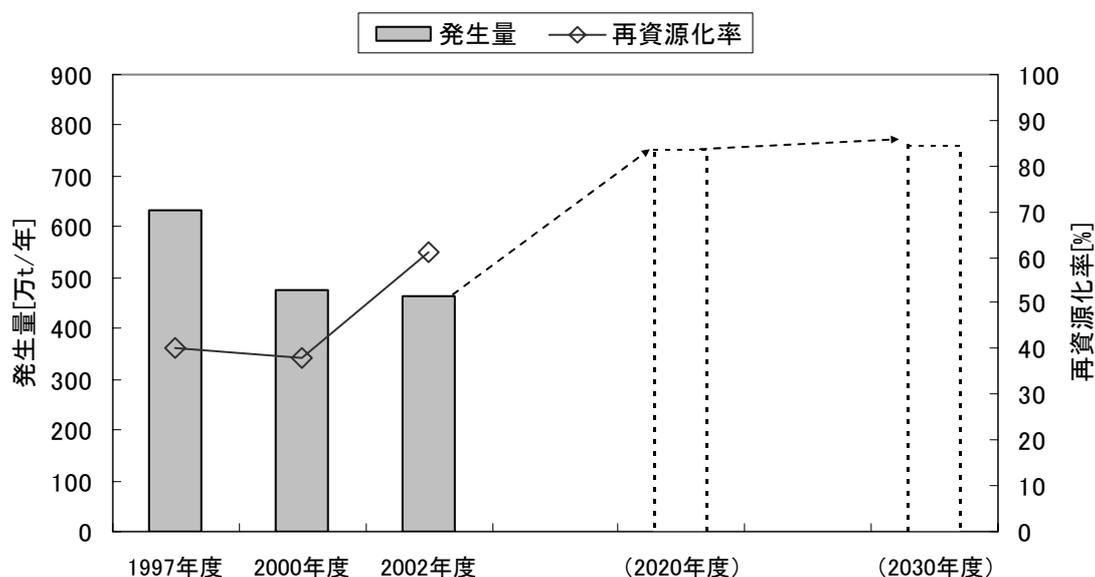
網掛け部分：ガソリン小売価格 131 円/L 以下のもの

参考資料6：国内バイオマスからのエコ燃料生産可能性

(1) 建設発生木材からのエコ燃料生産

① 建設発生木材（廃木材）の利用可能量の整理

建設発生木材（廃木材）の発生量及び再資源化率については、2002年度で約477万t、再資源化率は61%となっており、2002年度と比較すると発生量は同程度であるのに対して、再資源化率は38%から1.6倍の水準となっている。国土交通省の将来予測によると、老朽化した建物の解体の増加等に伴い、2020年度の廃木材の発生量は約754万t、2030年度は766万tに増加するものとみられている（付図10）。



出所：建設副産物実態調査結果、建設副産物排出量の将来予測（国土交通省）

付図10 建設発生木材の発生量・再資源化率の実績と発生量将来予測

② 廃木材からのエコ燃料生産可能量の試算

廃木材発生量の将来予測値に基づき、廃木材からバイオエタノールを生産するものとして生産可能量の試算を行った。ここでは、エタノール原料としての利用可能率を、他用途での利用分を考慮して10%（現状での再資源化分を除いた量の25%相当）、20%（同量の50%相当）、40%（同量の全量相当）とした。

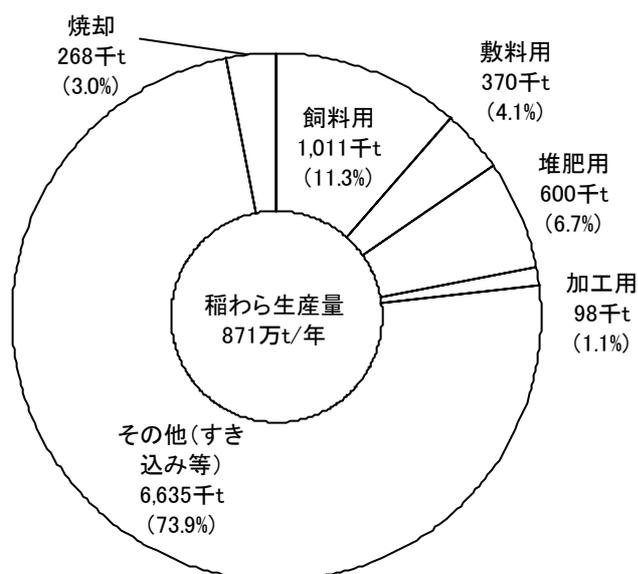
付表 35 廃木材からのバイオエタノール生産可能量の試算結果

項目	[単位]	数 値			備考
発生量	[万 t/年]	760			2020 年度及び 2030 年度の予測値から設定 (出所:建設副産物の将来予測(国土交通省))
利用可能率	[%]	10	20	40	現状の再資源化分(約 60%)を除いた量の 25%・50%・100%と想定
利用可能量	[万 t/年]	76	152	304	利用可能量=発生量×利用可能率
エタノール収率	[kL/t]	0.3			セルロースの加水分解・糖化によるエタノール生産
エタノール生産量 (原油換算)	[万 kL/年]	19.4 (13.3)	38.8 (26.6)	77.5 (53.2)	エタノール生産量=利用可能量×(1-含水率) ×エタノール収率、含水率:15%と想定

(2) 農業残さ（稲わら）からのエコ燃料生産可能量

① 稲わらの発生・利用状況

稲わらの生産量は 2003 年度で約 871 万 t であり、飼料等の積極的な利用は約 2 割で、残りの約 8 割はすき込みや焼却がなされている（付図 11）。



出所：稲わらをめぐる状況（農林水産省、2005 年 3 月）

付図 11 国産稲わらの発生量及び用途別利用状況（2003 年出来秋分）

② 稲わらからのエコ燃料生産可能量の試算

国産稲わらの発生量及び用途別利用状況に基づき、稲わらからバイオエタノールを生産するものとして生産可能量の試算を行った。ここでは、エタノール原料としての利用可能率を、他用途での利用分を考慮して 20%（現状での積極的利用分を除いた量の 25%相当）、40%（同量の 50%相当）、80%（同量の全量相当）とした。

付表 36 稲わらからのバイオエタノール生産可能量の試算結果

項目	[単位]	数 値			備 考
発生量	[万 t/年]	871			2003 年出来秋分 (出所: 稲わらをめぐる状況(農林水産省、2005 年 3 月))
利用可能率	[%]	20	40	80	現状の積極的利用分(約 20%)を除いた量の 25%分(20%)・50%分(40%)・100%分(80%)と想定
利用可能量	[万 t/年]	174	348	697	利用可能量 = 発生量 × 利用可能率
エタノール収率	[kL/dry-t]	0.3			セルロースの糖化によるエタノール生産
エタノール生産量 (原油換算)	[万 kL/年]	41.8 (24.4)	83.5 (48.7)	167.3 (97.6)	エタノール生産量 = 利用可能量 × 乾物率 × エタノール収率 乾物率: 0.8(日本標準飼料成分表 2001 年版)

(3) 食品廃棄物からのエコ燃料生産可能量

① 食品廃棄物の発生・利用状況

食品産業全体の生ごみ処理状況については、2003 年度において年間発生量は 1,135 万 t となっている。再生利用等の実施率をみると、食品産業全体で 43%であり、内訳では食品製造業が最も高く、用途別にみると肥料化と飼料化の占める割合が高くなっている(付表 37)。

付表 37 食品産業における生ごみの発生・再生利用等状況(2003 年度)

区分	年間 発生量 [万 t/年]	再生利用等の実施率							
		[%]	発生抑制 [%]	減量化 [%]	再生利用 [%]	再生利用の用途別仕向け割合[%]			
						肥料化	飼料化	メタン化	油脂及び 油製品化
食品製造業	487	69	4	3	62	52	45	0	3
食品卸売業	74	45	4	1	41	61	35	-	4
食品小売業	262	23	4	2	18	49	42	-	9
外食産業	312	17	4	2	10	40	47	-	13
食品産業計	1,135	43	4	2	36	51	44	0	4

出所: 第 1 回生ごみ等の 3R・処理に関する検討会 資料 4 (2005 年 9 月)

② 食品廃棄物からのエコ燃料生産可能量の試算

食品廃棄物のうち、比較的再生利用率の低い事業系生ごみからバイオエタノールを生産するものとして生産可能量の試算を行った。

付表 38 事業系生ごみからのバイオエタノール生産可能量の試算結果

項目	[単位]	食品卸売業	食品小売業	外食産業	合計	備考
利用可能量	[万 t/年]	40.7	201.7	259.0	501.4	事業系生ごみのうち、再生利用等実施分を除いた量
エタノール収率	[kL/t]	0.04				エタノール収率:0.04kL/t と想定 (新日鐵技術開発事業の目標値)
エタノール生産量 (原油換算量)	[万 kL]	1.6 (0.9)	8.1 (4.7)	10.4 (6.1)	20.1 (11.7)	エタノール生産量＝利用可能量 ×エタノール収率

(4) 休耕地等を利用したエネルギー作物資源栽培によるエコ燃料生産可能性

① エネルギー資源作物の栽培可能性のある休耕地・耕作放棄地面積の整理

我が国においてエネルギー資源作物の作付けが可能な土地としては、休耕地をはじめとする休耕農地や、耕作放棄地等の遊休農地が挙げられる。

我が国の米の生産調整面積は 2003 年時点で約 102 万 ha であり、約 6 割で既に麦や大豆、飼料作物等の作付けが行われている。エネルギー資源作物の栽培可能な耕地としては、耕作可能な状態に管理されている調整水田、水田預託、自己保全管理、土地改良通年施行の利用が可能と考えられる（付表 39）。

付表 39 米の生産調整面積の内訳（2003 年度）

区分	面積 [千 ha]	(比率)	備考
作物作付け	614	(60.1%)	麦、大豆、飼料作物、野菜、果樹等が作付けされているもの
景観形成等水田	9	(0.9%)	景観形成作物(レンゲ等)の作付けや学童農園として利用されているもの
調整水田	47	(4.6%)	水田に水を張り、常に水稻の生産力が維持されている状態に管理されているもの
水田預託	3	(0.3%)	農協等に預託されて常に耕作可能な状態に管理されているもの
自己保全管理	64	(6.3%)	農業者自らにより常に耕作可能な状態に管理されているもの
土地改良通年施行	3	(0.3%)	通常農閑期に行う土地改良事業が稲作期間と重複して行われているもの
実績算入	282	(27.6%)	かい廃や助成機関が終了した果樹など助成の対象とならないもの
合計	1,022	(100.0%)	—

出所：平成 15 年度水田農業経営確立対策実績調査結果表（農林水産省）

耕作放棄されている遊休農地面積は、2000 年時点で田が約 11 万 ha、畑が約 14 万 ha、樹園地が約 3 万 ha の合計 27 万 ha となっている。これらの遊休農地については農地としての活用可能性の調査が行われており、約 6 万 ha が即活用可能、約 17 万 ha が利用可能とされている（付表 40）。

付表 40 遊休農地の活用可能性（2000 年度）

（単位：ha）

区分	即可能	可能	その他	合計
田	25,549	69,617	15,810	110,976
畑	32,890	84,476	16,374	133,740
樹園地	1,765	11,536	12,504	26,366
合計	60,204	165,629	44,688	271,082

出所：遊休農地活用データベース

② 休耕地・耕作放棄地の利用によるエコ燃料生産可能量の試算

休耕地等の生産調整面積については、生産力が維持されている農地（調整水田、水田預託、自己保全管理、土地改良通年施行）において稲を栽培し、収穫された玄米及び稲わらからエタノールを生産するものとして試算を行った（付表 41）。

遊休農地については、農地として活用可能な面積のうち、田と畑に作付けを行うものとした。エネルギー資源作物としては、油糧作物のうち国内において栽培可能で比較的収量の多いナタネと、不良条件下でも栽培可能で生育速度が速く収量が多いソルガム（こうりゃん）を対象とした。ナタネについてはナタネ油をメチルエステル化して BDF を生産するものとし、ソルガムについてはセルロース分を糖化発酵してエタノールを生産するものとして試算を行った（付表 42、付表 43）。また、将来的に利用可能なエコ燃料としてエコ軽油（植物油を単独、あるいは重質油に混ぜて軽油として精製したもの）の製造を想定し、ナタネ油からエコ軽油を製造するケースについても試算を行った（付表 44）。

試算においては、各作物の栽培コストの削減を図るために粗放的栽培を行うものとし、それぞれ収量が 3 割減少するものと仮定した。

付表 41 生産調整面積を利用した稲由来バイオエタノールの生産可能量の試算結果

項目	利用可能地	全面積	[単位]	備考	
作付可能面積	117	740	[千ha]	利用可能地：調整水田、水田預託、自己保全管理、土地改良通年施行を計上、全面積：実績算入を除く面積	
単位収量	玄米	3.7	[t/ha/年]	収量：5.3t/ha/年（出所：平成17年産水陸稲の収穫量）、稲わら粗放的栽培により収量30%減少と想定	
	稲わら	3.0	[dry-t/ha/年]	稲わら発生率：玄米と同量に設定（平成15年度実績：5.421t/ha/年（出所：稲わらをめぐる状況））、乾物率：0.8（日本標準飼料成分表2001年版）	
エタノール収率	玄米	0.45	[kL/t]	糖分の発酵によるエタノール製造を想定	
	稲わら	0.3	[kL/dry-t]	セルロース分の糖化発酵によるエタノール製造を想定	
エタノール生産量	玄米	19.5	123.2	[万kL/年]	生産量=作付可能面積×単位収量×エタノール収率
	稲わら	10.5	66.6	[万kL/年]	
	合計 (原油換算)	30.0 (17.5)	189.8 (110.7)	[万kL/年]	

付表 42 遊休農地を利用したナタネ油由来 BDF の生産可能量の試算結果

項目	[単位]	田	畑	合計	備考
作付可能面積	[千 ha]	95	117	212	遊休農地のうち、活用可能性が即可能・可能分を計上
ナタネ生産量	[千 t/年]	151	186	337	ナタネ収率:2.07~2.47t/ha/年(出所:第11回燃料政策小委員会)、粗放的栽培により収量 30%減少と想定
ナタネ油生産量	[千 t/年]	60	74	134	平均油分:40%(出所:第11回燃料政策小委員会)
BDF 生産量 (原油換算量)	[万 kL]	6.6 (6.1)	8.1 (7.5)	14.7 (13.6)	菜種油から BDF への換算係数(体積):1、菜種油比重:0.91(出所:第11回燃料政策小委員会)

付表 43 遊休農地を利用したソルガム由来バイオエタノールの生産可能量の試算結果

項目	[単位]	田	畑	合計	備考
作付可能面積	[千 ha]	95	117	212	遊休農地のうち活用可能性が即可能・可能分を計上
ソルガム 生産量	[千 dry-t/年]	916	1,128	2,044	ソルガム収率:57.4t/ha/年(出所:平成16年産飼料作物の作付(栽培)面積及び収穫量)7、乾物率:24%(出所:日本標準飼料成分表2001年版)、粗放的栽培により収量 30%減少と想定
エタノール生産量 (原油換算量)	[万 kL]	27.5 (16.0)	33.8 (19.7)	61.3 (35.8)	エタノール収率:0.3kL/dry-tと想定

付表 44 遊休農地を利用したナタネ油由来エコ軽油の生産可能量の試算結果

項目	[単位]	田	畑	合計	備考
作付可能面積	[千 ha]	95	117	212	遊休農地のうち、活用可能性が即可能・可能分を計上
ナタネ生産量	[千 t/年]	151	186	337	ナタネ収率:2.07~2.47t/ha/年(出所:第11回燃料政策小委員会)、粗放的栽培により収量 30%減少と想定
ナタネ油生産量	[千 t/年]	60	74	134	平均油分:40%(出所:第11回燃料政策小委員会)
エコ軽油生産量 (原油換算量)	[万 kL]	6.4 (5.9)	7.9 (7.3)	14.3 (13.2)	エコ軽油収率(重量):0.83(出所:Neste oil 資料)、 エコ軽油比重:0.78(出所:Neste oil 資料)

(5) 林地残材からのエコ燃料生産可能量の試算

① 林地残材の発生・利用状況

林地残材の発生量は 2005 年度で約 370 万 t であり、ほとんどが未利用とされている*。

* 第 6 回 バイオマス・ニッポン総合戦略推進会議 資料 3-2 (2006 年 3 月)

② 林地残材のからのエコ燃料生産可能量の試算

林地残材の発生量及び利用状況に基づき、林地残材からバイオエタノールを生産するものとして生産可能量の試算を行った。ここでは、エタノール原料としての利用可能率を 25%、50%、100%とした。

付表 45 林地残材からのバイオエタノール生産可能量の試算結果

項目	[単位]	数 値			備 考
発生量	[万 t/年]	370			2005 年度の発生量のうち未利用分(出所:第 6 回 バイオマス・ニッポン総合戦略推進会議 資料 3-2)
利用可能率	[%]	25	50	100	発生量の 25%・50%・100%と想定
利用可能量	[万 t/年]	93	185	370	利用可能量 = 発生量 × 利用可能率
エタノール収率	[kL/t]	0.3			セルロースの糖化によるエタノール生産
エタノール生産量 (原油換算)	[万 kL/年]	14.0 (8.2)	27.8 (16.2)	55.5 (32.4)	エタノール生産量 = 利用可能量 × (1 - 含水率) × エタノール収率、含水率: 50%と想定

参考資料7 ディーゼル乗用車の普及について

(1) エコ燃料普及におけるディーゼル乗用車の意義

ディーゼルエンジンはガソリンエンジンと比較して燃料の多様性に優れており、BDFに加えて、BTL 軽油を含む FT 合成軽油や植物油水素化精製軽油（エコ軽油）にも技術的に適用可能である。特に BTL 軽油やエコ軽油は多様なバイオマスが原料として利用可能であることに加えて、低濃度混合軽油であれば車両側対策が不要とみられることから、これらのエコ燃料普及拡大のためには、その受け皿となるディーゼル乗用車の普及が有効と考えられる。

我が国では自動車燃料における軽油需要は減少傾向にあり、ガソリン需要が増加している。そのため、ガソリン需要の一部を軽油需要に移行して石油製品バランスを改善することで、石油精製時に発生する CO₂ 排出量を大幅に削減できる可能性がある。

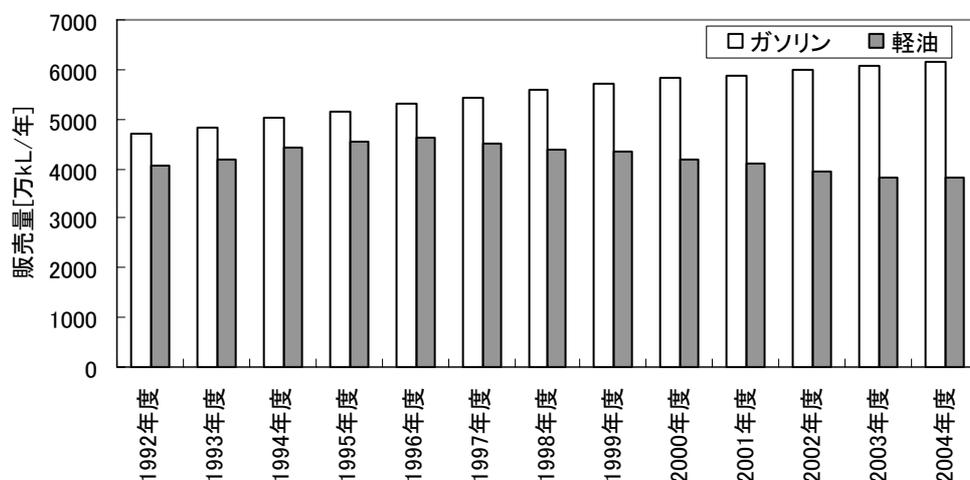
また、ディーゼルエンジンはガソリンエンジンより熱効率が高いことから、ガソリン乗用車の一部をディーゼル乗用車にシフトすることで、燃費改善による CO₂ 排出量の削減も期待できる。

京都議定書目標達成計画においては、燃費性能に優れた自動車の普及の一貫として、「ディーゼル自動車はガソリン自動車に比べて燃費が優れていることから、将来、ガソリン自動車と遜色のない排出ガス性能を有するクリーンディーゼル乗用自動車が開発される場合には、その普及について検討する」と位置づけられている。

(2) ディーゼル乗用車を巡る現状

① 軽油需要及び生産

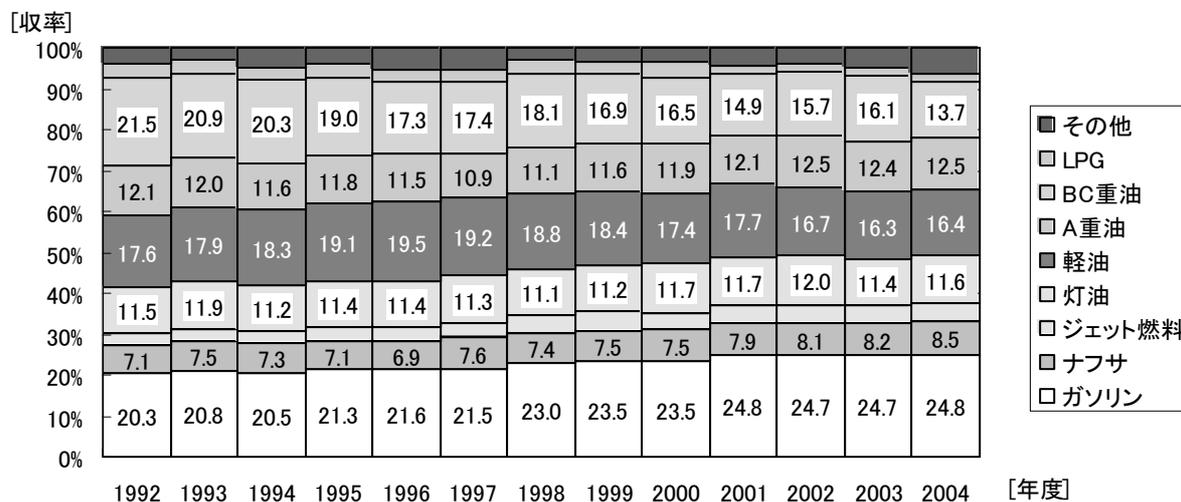
ガソリン需要は自動車保有台数の伸び等を背景として増加を続けている。一方、軽油需要はディーゼル乗用車の減少やトラック輸送の効率化などによって、90年代半ばから減少傾向にある（付図 12）。



出所：石油資料（石油通信社）

付図 12 ガソリン及び軽油の国内販売量の推移

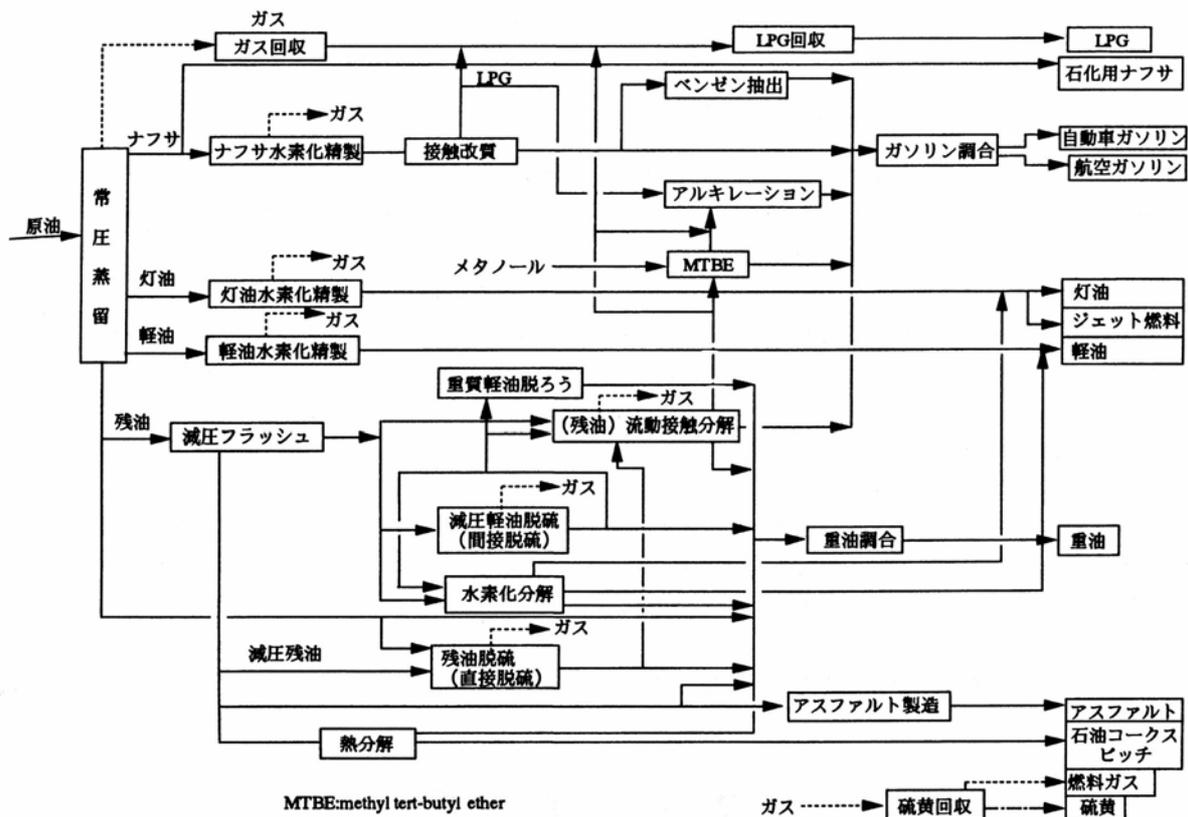
原油からの石油製品の生産得率（生産の割合）の推移をみると、C重油や軽油の収率が減少し、ガソリンやジェット燃料油が増加する傾向にある（付図13）。



出所：石油資料（石油通信社）

付図13 石油製品の生産得率の推移

ガソリンや軽油等の石油燃料は原油を精製して得られる連産品であり、石油精製プロセスで得られる各燃料の収率はほぼ一定のため、特定の燃料だけを増産することは困難である。我が国では、ガソリン需要の増加に対応するため、石油精製プロセスにおいて分解装置や改質装置等の二次装置を用いて、一次装置（常圧蒸留装置）から得られる中間留分や重質留分を軽質化してガソリン基材を製造しており、軽油を製造するのとは比べてより多くのエネルギー投入により CO₂ 排出量が増加している（付図14、付表46）。



出所：石油精製プロセス（石油学会、1998年）

付図 14 我が国の一般的な石油精製プロセスの概要

付表 46 ガソリン及び軽油の供給時 CO₂ 排出量（Well-to-Tank）の試算例

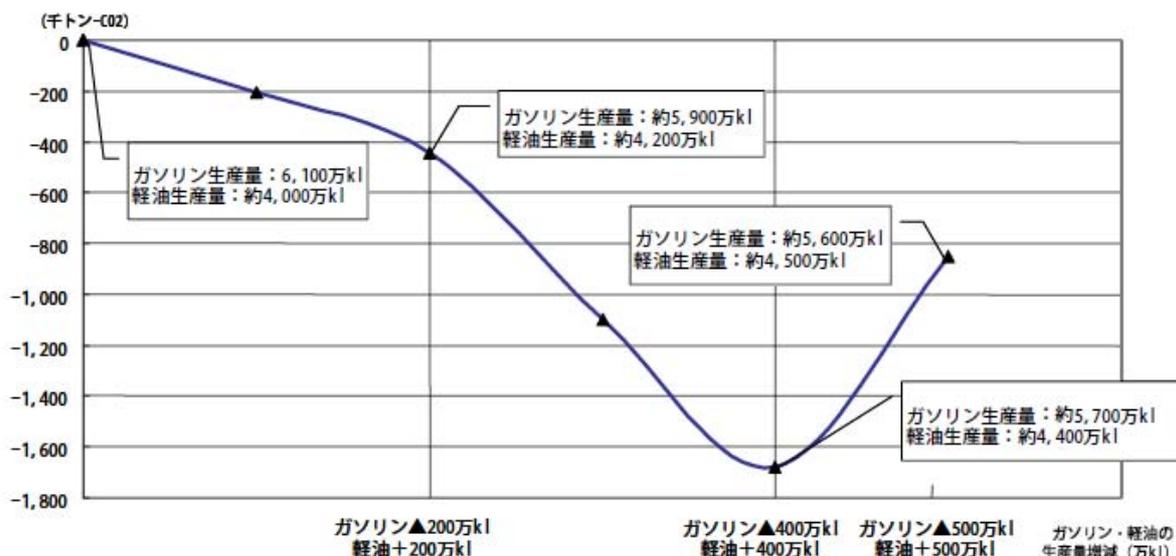
（単位：gCO₂/MJ）

種類	採掘				国外輸送	原油精製 (国内)*	国内輸送	Well-to Tank
	運用	フレア燃焼	随伴 CO ₂	漏洩 CH ₄				
ガソリン (硫黄分 100ppm)	0.76	0.38	0.33	0.04	0.92	8.59	0.41	11.42
軽油 (硫黄分 50ppm)	0.76	0.38	0.33	0.04	0.92	3.64	0.37	6.43

データ出所：輸送用燃料の Well-to-Wheel 評価（トヨタ自動車・みずほ情報総研、2004年11月）

※ 燃料の低硫黄化により、原油精製に必要なエネルギー消費量は更に増加する（例：ガソリンの超低硫黄化（35ppm→10ppm化）：0.68gCO₂/MJ 増加、軽油の超低硫黄化（50ppm→10ppm化）：0.44gCO₂/MJ 増加（出所：ガソリン・軽油の低硫黄化による自動車および製油所からの CO₂ 排出量調査（JC-API CO₂ 排出量調査 WG、2003年11月）より算出）

このため、ガソリン需要の一部を軽油に置き換えることで、精製プロセスに伴う CO₂ 排出の削減が可能となる。石油連盟による試算では、ガソリン 400 万 kL を軽油に置き換えることで、製油所からの CO₂ 排出量 170 万 tCO₂ の削減可能性が示されている（付図 15）。



出所：クリーンディーゼル乗用車の普及・見通しに関する検討会報告書（2005年3月）

付図 15 ガソリン・軽油生産量の増減に伴う製油所での CO₂ 排出量の試算例

② ディーゼル乗用車の技術及び普及状況

1990年代後半からのコモンレール方式等による高圧噴射技術の普及により、排出ガス、動力性能、騒音・性能等の面で大幅な性能向上が図られており、更にDPFやNO_x吸蔵還元触媒等の排出ガス後処理技術によってNO_xやPM等の大気汚染物質が大幅な削減が可能とされている（付表47）。

付表 47 スーパークリーンディーゼル(ポスト新長期規制対応)の主要技術とその効果

(単位：%)

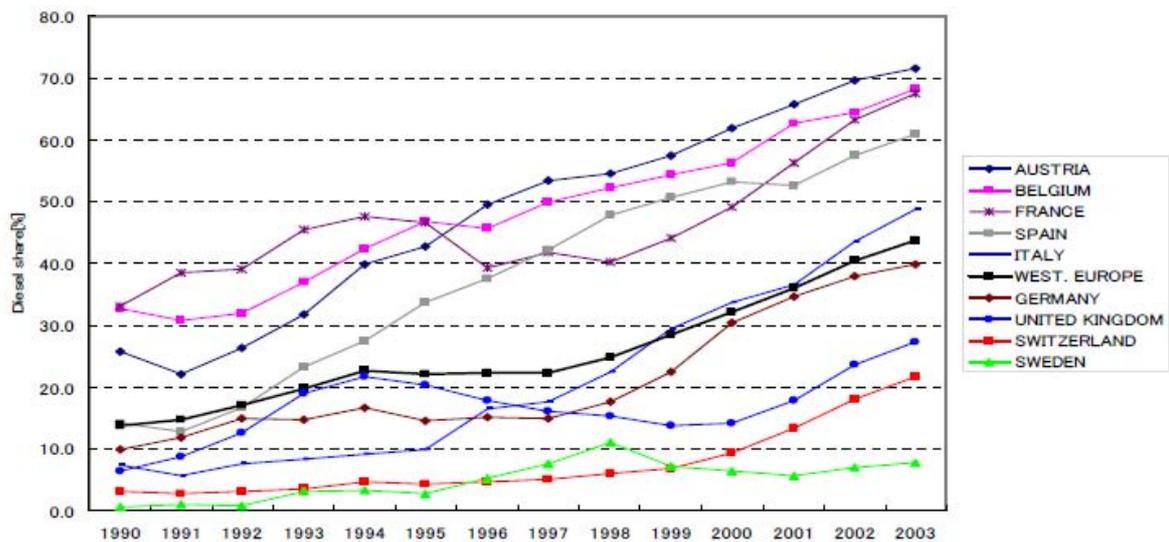
要素技術	PM	NO _x	燃料消費量
噴射率制御高圧噴射	-60~-20	20~40	-5
クーラー付き排気再循環	10~20	-60~-20	0~5
インタークーラー可変ターボ過給	-30~-10	10~20	-5
燃料品質の改善	-40~-20	—	—
DPF(ディーゼル微粒子除去装置)	-95~-70	—	0~5
NO _x 還元触媒	—	-90~-60	0~5
HCCI(予混合圧縮着火)燃焼	—	-90~-60	0~5
精密電子制御	-30~-20	-30~-20	-5

出所：交通政策審議会交通体系分科会第2回環境部会 資料4自動車単体におけるCO₂対策の現状と将来
(2003年10月)

ディーゼル乗用車は同クラスのガソリン乗用車と比べて一般的には2~3割程度燃費性能が優れているとされている。

こうした性能向上を背景として、欧州では乗用車の新車登録台数に占めるディーゼルエンジン自動車の比率が増加傾向にあり、オーストリアやベルギー、フランス

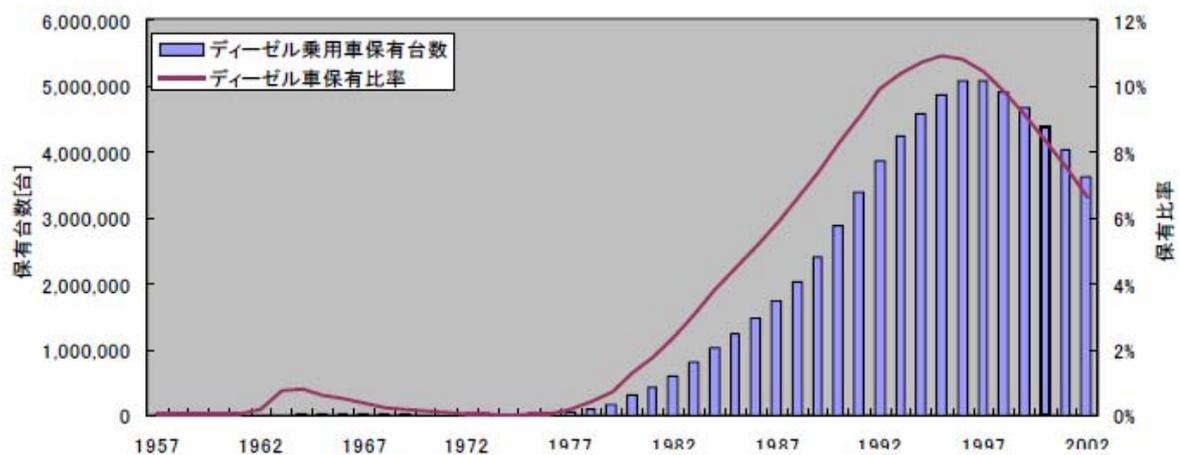
では 2002 年時点で 60%を超えており、西欧全体では約 44%（2003 年）に達している（付図 16）。



出所：欧州自動車工業会(ACEA)

付図 16 欧州各国の乗用車新車登録台数に占めるディーゼル乗用車の比率の推移

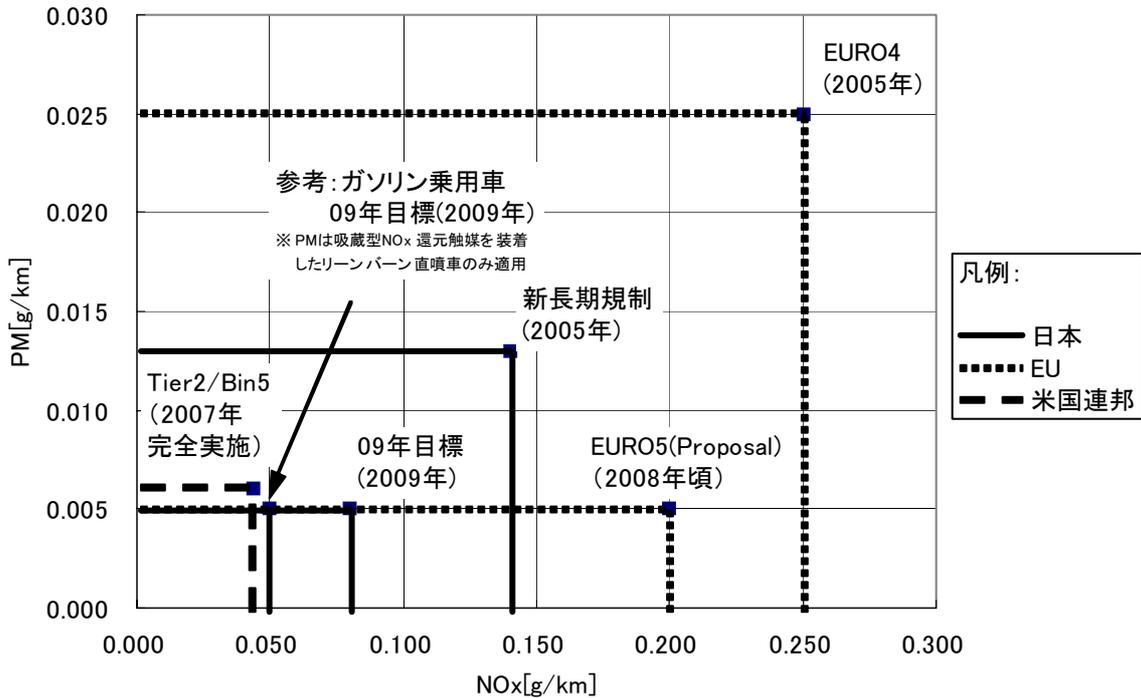
一方、我が国では 1990 年代後半を境にディーゼル乗用車の保有台数は減少を続けている（付図 17）。



出所：クリーンディーゼル乗用車の普及・見通しに関する検討会報告書（2005 年 3 月）

付図 17 我が国におけるディーゼル乗用車の保有台数及び保有比率の推移

中央環境審議会が 2005 年 4 月にとりまとめた「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第八次答申）」における 09 年目標（いわゆるポスト新長期規制）では、ディーゼル乗用車についてもガソリン車と同レベルの排出ガス規制が課せられている。欧米でも排出ガス規制の強化が進められている（図 17）。



付図 18 日欧米のディーゼル乗用車の排出ガス規制値

(3) 我が国におけるディーゼル乗用車の普及上の課題

今後の排出ガス規制に対応するためには、燃焼噴射技術や後処理技術の高度化による対応が中心となるとみられ、それに伴う燃費悪化や高コスト化に対応する技術開発が求められる。また、現在、我が国では乗用車のラインナップにおけるディーゼルエンジン仕様車が僅かでありユーザーの選択肢が限定されている状況にあることから、本格的な普及のためには一定のリードタイムが必要と考えられる。

技術的な課題に加えて、既にディーゼル乗用車の普及が進む欧州とは異なり、我が国では乗用車の年間走行距離が少ない、市街地での頻繁な発停を伴う低速走行が多い等、走行条件によってはディーゼル乗用車の燃費性能が発揮しにくい状況があるため、これらを踏まえた普及拡大の促進を図る必要がある。