２０２０年度成果報告書

バイオエタノールの導入技術比較調査

成果報告書

２０２０年９月

一般財団法人 エネルギー総合工学研究所

目　次

第1章　全体計画と実施状況

1.1　調査の背景、目的および内容

1.1-1　調査の背景

運輸部門の二酸化炭素（CO_2）排出量の削減対策として、バイオエタノールの導入によるガソリン代替が世界的に進められている。

我が国の部門別 CO_2 直接排出量を見ると、2018 年度において運輸部門が全体の約 18%を占めている。日本の約束草案における 2030 年度の排出削減目標（2013 年度比 26%削減）やパリ協定の 2℃目標を達成するためにはさらなる排出削減が必要であり、運輸部門においても非化石由来の電力や水素をエネルギー源とした EV や FCV の導入のみならず、液体燃料の非化石化としてのバイオ燃料のさらなる導入拡大も必要である。

我が国のバイオ燃料の導入について見ると、“エネルギー供給構造高度化法”において 2011 年度からバイオエタノールの導入目標量が設定された。導入目標量は 2011 年度の 21 万 kL（原油換算）から徐々に増加させ、2017 年度に 50 万 kL（原油換算）となった。

2018 年の告示改正では 2018～2022 年度の 5 年間バイオエタノールの導入目標量を 50 万 kL（原油換算）とすることが定められた。

前述の通り、中長期的な CO_2 排出削減目標を達成するためには、バイオ燃料のさらなる導入拡大も必要であるが、“揮発油等の品質の確保等に関する法律”ではガソリンの強制規格としてエンジントラブル防止の観点からエタノールの混合割合は 3vol%以下と定められており、大幅な CO_2 排出削減を見込むことが難しい。

また、現在我が国に輸入されているバイオエタノールは、石油系ガスであるイソブテンと合成することによって得られる ETBE（エチル・ターシャリー・ブチル・エーテル）の形で利用されている。バイオエタノールを ETBE に転換するためには、我が国の ETBE 製造設備に加え、アメリカなどの ETBE 製造設備を用いており、上記 50 万 kL の導入目標量を拡大するためにはこれらの製造能力を考慮する必要がある。バイオエタノールをガソリンに直接混合するか、現状のように ETBE として混合するかについてはこれまでにも議論がなされてきたが、環境性・経済性の観点で中立性をもって議論することも必要である。

加えて、現在我が国で利用されているバイオエタノールはほとんどがブラジルからの輸入品であり、その原料には食料競合が指摘されているサトウキビを原料としたものである。一方、世界全体でのバイオエタノール利用状況を見ると、食料競合を避けた第二世代バイオエタノールの開発・実証が進んでいるものの、経済的に成立した条件下で商用化されているものは未だに無く、当面はトウモロコシやサトウキビを原料とした第一世代のバイオエタノールの供給が主体となっている。

1.1-2　調査の目的

以上の背景を鑑みて、本調査ではバイオエタノールの利活用に関する以下 2 つの技術オプションについて、経済性、環境性、持続可能性といった多面的な情報を整理する。

- バイオエタノールに関する食物競合の議論
- バイオエタノールの混合技術（直接混合と ETBE 混合）

1.1-3　調査内容

具体的な調査内容は以下の通りである。

[1]　日本のバイオエタノール導入状況（第 3 章）

(ア) 高度化法の整理

これまでの高度化法の経緯についての情報を整理する。

(イ) 日本のバイオエタノール導入現状

我が国におけるバイオエタノールの輸入量、輸入元、輸入方法、混合方法、利用方法などの現状を整理する。

[2]　世界のバイオエタノール利活用状況（第 4 章）

世界のバイオエタノール需給状況についてアメリカ、ブラジルおよびタイを中心に整理する。

[3]　第一世代バイオエタノールの食物競合に関する議論の整理（第 5 章）

[4]　バイオエタノールの流通形態に関する直接混合と ETBE の議論整理（第 6 章）

[5]　バイオエタノールのガソリン混合に関する技術・コスト比較（第 7 章）

(ア) 技術・コスト比較の前提条件整理

(イ) コスト試算の原単位情報

(ウ) コスト比較

[6]　まとめ（第 8 章）

1.2　全体作業工程

本支援業務は、2020 年 7 月 22 日から、2020 年 9 月 30 日の間で実施した。この間、担当者と実施内容の調整や打合せなどを適宜行った。実績ベースの全体作業工程を表 1-1 に示す。

表 1-1　事業の実績作業工程

項目	7月			8月			9月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
0．事前打ち合わせなど									
1．日本のバイオエタノール導入状況									
1-1．日本のバイオエタノール導入現状									
輸入量、輸入元、輸入方法									
混合方法、利用方法									
1-2．高度化法の整理									
これまでの高度化法の経緯									
2．第一世代および第二世代のバイオエタノール利活用状況									
2-1．世界のバイオエタノール利活用状況									
世界のバイオエタノール生産量と第一・第二世代の内訳									
アメリカおよびブラジルのバイオエタノール生産状況									
2-2．バイオエタノール導入に関する議論									
直接混合およびETBE利用に関する議論									
食物競合に関する議論									
3．バイオエタノールのガソリン混合に関する技術・コスト比較									
3-1．技術・コスト比較の前提条件整理									
3-2．コスト試算の原単位情報									
3-3．コスト比較									
4．まとめ									
4-1．１～３の整理									
4-2．報告書作成									

第2章　気候変動対策としてのバイオ燃料の重要性

気候変動問題は、先進国、開発途上国を問わず、国境を越えて人間の安全保障を脅かす喫緊の課題であり、国際社会の一致団結した取組の強化が急務となっている。

国際エネルギー機関（IEA）は、世界のエネルギーおよび環境政策立案に貢献するため、エネルギー技術展望の分析結果を取りまとめた ETP（Energy Technology Perspectives）を 10 年以上にわたり、発行してきた。

最新の ETP2020 では、Sustainable Development Scenario（持続可能シナリオ）において、2070 年に CO_2 のネットゼロエミッションを目指しており、その達成のためには発電部門のみならず、運輸、産業、民生部門においてそれぞれの CO_2 排出削減が必要だと述べている（図 2-1 参照）。

また、本図においては運輸部門でも電気自動車による CO_2 排出削減への寄与以外に、航空機、船舶、トラック、バスなど液体燃料の CO_2 排出削減が必要なことがわかる。

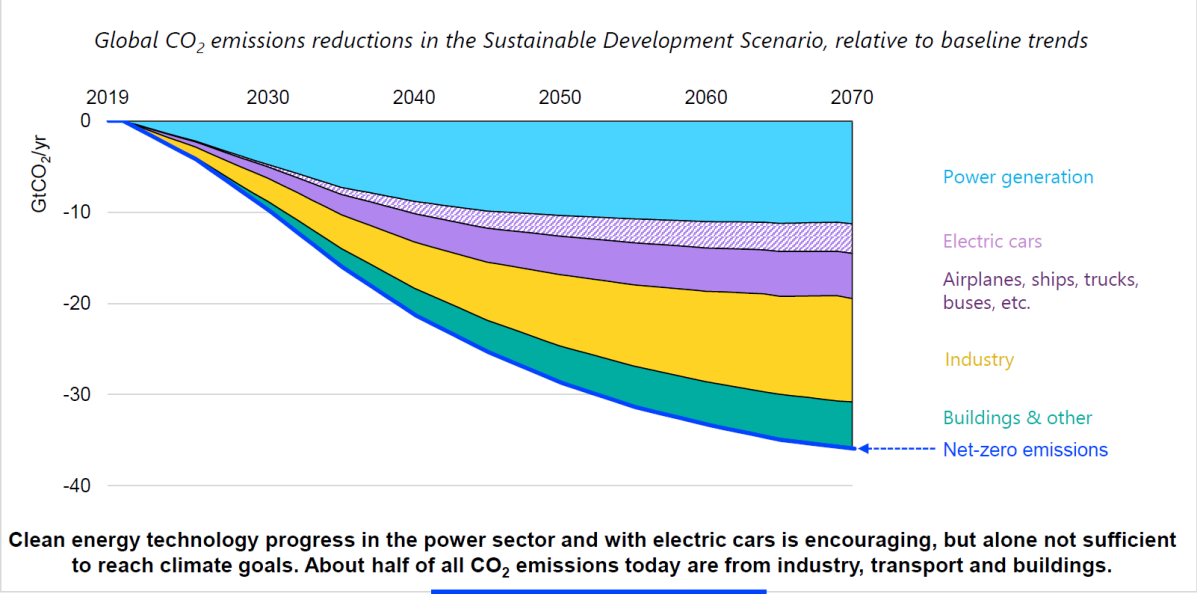


図 2-1　ベースラインシナリオに対する持続可能シナリオのグローバル CO_2 排出削減量

出典：IEA, ETP2020 Launch to the press (2020) [1]

具体的なバイオ燃料の製造量について見ると、バイオエタノールは 2030 年、2040 年と製造量が伸びた後、2050 年以降も CCUS（二酸化炭素回収と利用・貯留）を組み合わせ、CO_2 排出削減として重要な技術に位置付けられている（図 2-2 参照）。

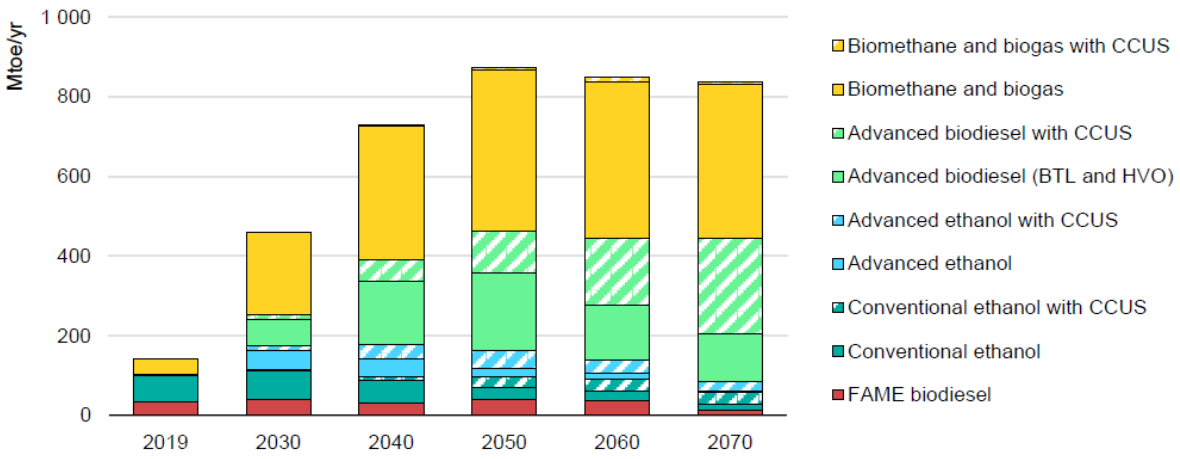


図 2-2　2019-2070 年における持続可能シナリオのグローバルバイオ燃料製造量

出典：IEA, Energy Technology Perspectives 2020（2020）[2]

気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）に先立って我が国が提出した、2020 年以降の温暖化対策に関する目標（約束草案）ではエネルギーミックスと整合的なものとなるよう、技術的制約、コスト面の課題などを十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによる実現可能な削減目標として、国内の排出削減・吸収量の確保により、2030 年度に 2013 年度比▲26.0%（2005 年度比▲25.4%）の水準（約 10 億 4,200 万 t-CO2）にすることを示している（表 2-1 参照）。

本表では 2013 年度に 2.25 億トン CO_2 であった運輸部門の排出量を 2030 年度には 1.63 億トン CO_2 まで削減することが示されている。

表 2-1　約束草案で示されている温室効果ガス排出量の目標（単位は百万トン CO_2）

		2030年度の各部門の排出量の目安	2013年度　（2005年度）
エネルギー起源CO2		927	1,235　（1,219）
	産業部門	401	429　（457）
	業務その他部門	168	279　（239）
	家庭部門	122	201　（180）
	運輸部門	163	225　（240）
	エネルギー転換部門	73	101　（104）

出典：環境省，日本の約束草案（2020 年以降の新たな温室効果ガス排出削減目標）[3]

運輸部門のうち、「次世代自動車の普及、燃費改善」では 2013 年度に対して 2,379 万トン CO_2 の削減量が目標として示されている（表 2-2 参照）。

表 2-2　次世代自動車の普及、燃費改善

次世代自動車の普及、燃費改善											
次世代自動車の普及、燃費改善	・製造事業者、輸入事業者等：燃費の優れた自動車の開発、生産、販売、輸入 ・販売事業者：燃費の優れた自動車の積極的な販売 ・消費者：燃費の優れた自動車の導入	・次世代自動車の率先導入・導入支援 ・燃費の優れたディーゼル貨物車等の導入支援 ・インフラ整備支援 ・税制上の優遇措置 ・トップランナー基準による自動車の燃費改善 ・自動車の燃費性能に係る評価・公表制度及び車体表示を通じた消費者への燃費情報の提供等 ・次世代自動車の性能向上に係る技術開発・実用化支援 ・財政投融資制度上の優遇措置	・普及啓発 ・次世代自動車の率先導入・導入支援 ・インフラ整備	新車販売台数に占める次世代自動車の割合（%）		（万kL）		（万t-CO2）		・対策評価指標（新車販売台数に占める次世代自動車の割合）：2030年度の数値は「『日本再興戦略』改訂2015-未来への投資・生産性革命-（平成27年6月30日閣議決定）」に基づくもの ・省エネ量は、対策を講じた場合の平均保有燃費値に基づくエネルギー消費量と対策を行わなかった場合の平均保有燃費値に基づくエネルギー消費量の差から算出 ・自動車単体対策の省エネ量は、2012年度からの対策の進捗による省エネ量であり、排出削減量は当該省エネ量に基づいて計算
				2013年度	23.2						
				2020年度	20～50	2013年度	0	2013年度	0		
				2030年度	50～70						
				平均保有燃費（km/L）		2020年度	283.4	2020年度	702.5		
				2013年度	14.6						
				2020年度	18.5	2030年度	938.9	2030年度	2379		
				2030年度	24.8						

出典：環境省，地球温暖化対策計画（2016）[4]

本報告に先立って実施された調査報告[5]によると、2017 年度をベースとして、次世代自動車の導入拡大などによって削減できる CO_2 排出量は 1,626 万トン CO_2 であり、目標値の 2,089 万トン CO_2 に対して 464 万トン CO_2 の不足量が生じる。

表 2-3　2030 年度の CO_2 排出削減量の算定結果（基本ケース[1]）

CO2排出削減量			対目標量
目標量		2,089 万t-CO2/年	100%
次世代自動車の導入拡大	EV	85 万t-CO2/年	4%
	HV	832 万t-CO2/年	40%
	PHV	50 万t-CO2/年	2%
	FCV	17 万t-CO2/年	1%
	小計	984 万t-CO2/年	47%
従来車の燃費改善		642 万t-CO2/年	31%
小計		1,626 万t-CO2/年	78%
不足量		464 万t-CO2/年	22%

出典：従来車等の燃料へのバイオエタノール導入拡大の可能性（2020）[5]

[1] 現実的（保守的）な予測値の最大値として、現状（2013～2018 年度）の EV・PHV の保有台数伸び率が 2030 年度まで続くと仮定し、2030 年度における EV・PHV の保有台数を約 273 万台（乗用車全体の 4.2%）と想定したケース。

一方、従来車および HV や PHV といった次世代自動車に対してバイオエタノールを 10%混合した E10 ガソリンを導入すると、不足量を 58 万トン CO_2 まで低減させることが可能となる。

表 2-4　2030 年度の CO_2 排出削減量に及ぼす E10 の導入効果（基本ケース）

CO2排出削減量			対目標量
目標量		2,089 万t-CO2/年	100%
次世代自動車の導入拡大	EV	85 万t-CO2/年	4%
	HV	832 万t-CO2/年	40%
	PHV	50 万t-CO2/年	2%
	FCV	17 万t-CO2/年	1%
	小計	984 万t-CO2/年	47%
従来車の燃費改善		642 万t-CO2/年	31%
バイオエタノール（E10）の導入	従来車	289 万t-CO2/年	14%
	HV	110 万t-CO2/年	5%
	PHV	6 万t-CO2/年	0%
	小計	406 万t-CO2/年	19%
小計		2,031 万t-CO2/年	97%
不足量		58 万t-CO2/年	3%

出典：従来車等の燃料へのバイオエタノール導入拡大の可能性（2020）[5]

なお、本表には示していないが、HV や PHV が最大限導入されることを想定した最大ケース[2]において同様の試算をしたところ、従来車・HV・PHV の全数の約 5 割に E10 を導入することが必要となることがわかった。

以上のことから、我が国における CO_2 排出削減の目標を達成するためには、さらなるバイオ燃料の導入拡大が必須である。

[2] EV・PHV の販売台数割合が 2018 年度の 1%（約 4.4 万台/年）から 2030 年度の 20%（130 万台/年）まで直線的に増加すると仮定し、2030 年度における EV・PHV の保有台数を約 827 万台（乗用車全体の 12.7%）と想定したケース。

第3章　日本のバイオエタノール導入状況

我が国におけるエネルギー供給は、そのほとんどを海外からの化石燃料の輸入に依存している。一方、新興国の経済発展などにより、世界的にエネルギーの需要が増大しており、また、化石燃料の価格が乱高下するなど、エネルギー市場が不安定になっている。加えて、気候変動対策としての温室効果ガス（GHG: Greenhouse Gas）の削減が喫緊の課題となっている。

こうした状況下において、エネルギーを安定的かつ適切に供給するためには、資源の枯渇のおそれが少なく、環境への負荷が少ない非化石エネルギー源の導入を一層進めることが必要であり、化石燃料についても、生産設備の効率化などを通じ、有効利用を促す必要がある。

これらの背景を踏まえて、電気・ガス・石油といったエネルギー供給事業者に対して、非化石エネルギー源の利用を拡大するとともに、化石エネルギー原料の有効利用を促進することを目的として、「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」（平成 21 年法律第 72 号。以下「高度化法」という。）が、国会による審議を経て、2009 年 7 月 1 日に成立した（図 3-1 参照）。

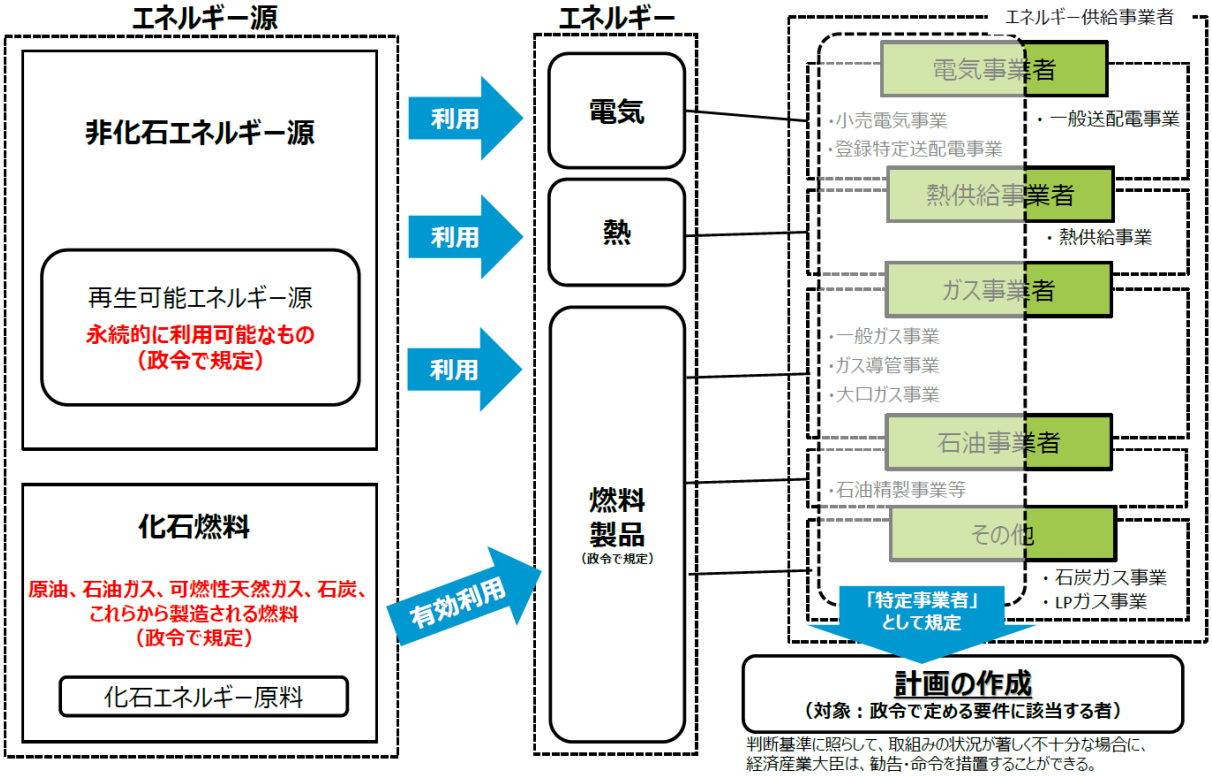


図 3-1　エネルギー供給構造高度化法の体系

出典：資源エネルギー庁，バイオエタノールの導入に関するこれまでの取組と最近の動向（2017）[6]

本章では我が国におけるバイオエタノールの導入状況を整理するために、高度化法におけるバイオエタノールの目標量、目標達成のための取組状況、および実績のバイオエタノール導入状況を整理する。

3.1　高度化法におけるバイオエタノールの位置づけ

前述の高度化法では、バイオエタノールの導入促進のため、ガソリンの供給量が年間 60 万 kL 以上の石油精製業者（以下「対象事業者」という。）に対して、バイオエタノールの導入目標等を設定している。

具体的には、「非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準」（平成 22 年経済産業省告示第 242 号。以下「一次告示」という。）において、2017 年度までの対象事業者のバイオエタノールの導入目標量の合計値が設定された。さらに、2018 年に改訂された「平成 30 年度以降の 5 年間についての非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準（平成 30 年経済産業省告示第 85 号。以下「二次告示」という。）」では 2018～2022 年度における導入目標量が設定された。これらの導入目標量に基づいて各対象事業者がバイオエタノールの導入を行っている（図 3-2 参照）。

なお、導入目標量は、2017～2022 年度の期間で 50 万 kL/年と設定しており、これは我が国の年間のガソリンの消費量の 1%程度に相当する量である。

また、対象事業者に対しては、毎年度、導入目標を達成するための計画の提出を求めるとともに、前年度の導入実績についても合わせて報告を求めることで、国が導入状況を把握できる仕組みとしている。

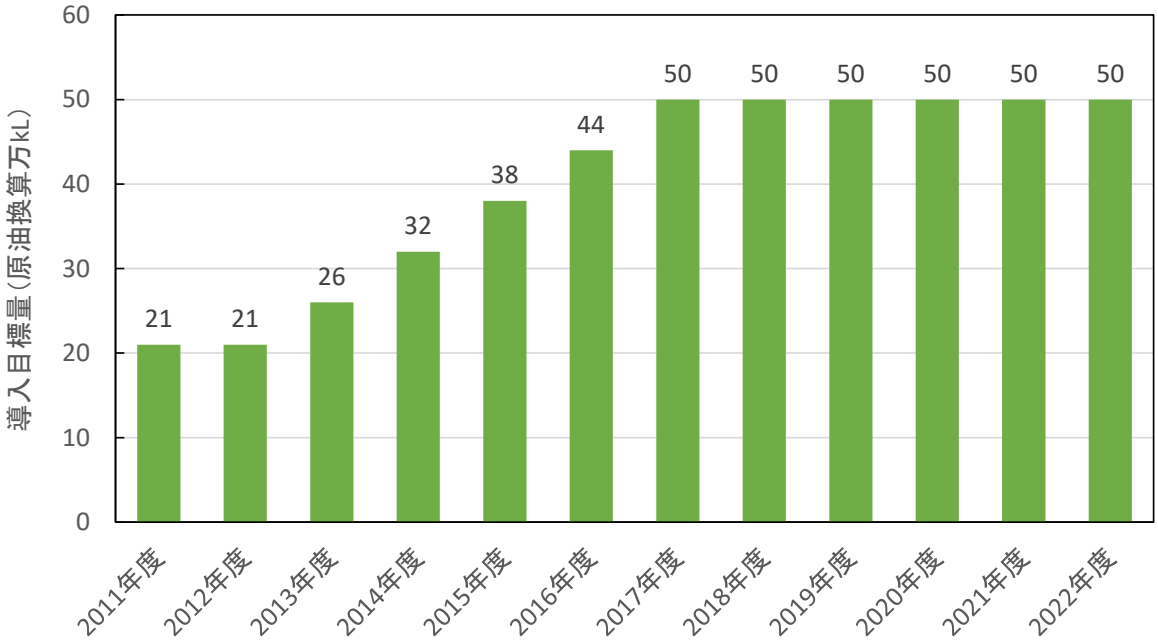


図 3-2　高度化法におけるバイオエタノールの導入目標量

導入実績にカウントすることができるバイオエタノールについては、その原料や製造方法等について、制限が設けられている。これは、原料や製造方法等の違いによって、ガソリンと比較した場合の GHG 排出削減効果が異なることから、より効果的に GHG 排出削減が可能なバイオエタノールの導入を促すことが目的である。

3.1-1　高度化法告示改訂の経緯とその内容

一次告示では、LCA（ライフサイクルアセスメント）で比較した場合に、ガソリンの GHG 排出量に対して、50%以上の GHG 排出削減効果があるバイオエタノールをカウントの対象としていた。なお、一部、GHG 排出削減効果が 50%未満であるバイオエタノールを導入したとしても、年度内に導入したバイオエタノールの GHG 排出削減効果が、加重平均で 50%以上であれば良いこととしていた。また、バイオエタノールの調達に際しては、GHG 排出量の観点だけでなく、食料競合の回避や、生物多様性の確保にも配慮することを求めていた。

バイオエタノールに関する現行の判断基準（2010年11月施行）の概要

バイオエタノールの導入目標

- 2011年度から2017年度までの7年間について、石油精製業者によるバイオエタノールの導入目標量は、以下のとおりとする。

	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
導入目標量（原油換算万kL）	21	21	26	32	38	44	50
【参考】導入実績（原油換算万kL）	21.4	21.5	25.5	30.9	40.8	44.1	–

- 各石油精製業者は、毎年度、以下の計算に基づく導入目標量のバイオエタノールを導入する。

$$\text{事業者の導入目標量} = \frac{\text{前々年度における当該事業者のガソリンの国内供給量}}{\text{前々年度における計画提出事業者全体のガソリンの国内供給量}} \times \text{上記のバイオエタノールの導入目標量}$$

（注）事業者の導入目標量達成のため、柔軟な措置を実施（バンキング、ボローイング等）。

- 導入量にカウントするバイオエタノールは、**LCAでの温室効果ガス（GHG）排出量が、**化石燃料由来のガソリンと比較して、**（加重平均※で）50%未満**とする。

※年度内に利用した全てのバイオエタノールのLCAでのGHG排出量を加重平均して得た値が、ガソリンのLCAでのGHG排出量と比較して50%未満であることにより、基準を満たしているとみなす。

- また、バイオエタノールの調達に際しては、食料競合の回避や、生物多様性の確保に配慮する。

事業者が計画的に取り組むべき措置等

- 石油精製業者は、中長期的な視点で、草本・木本等のセルロースや藻類等を原料として製造される、次世代バイオ燃料の技術開発の推進及びその導入に努める。
- 石油精製業者は、バイオエタノールの利用を促進するため、バイオエタノールを加工・混和するための設備の設置、既存設備の改修に努める。

図 3-3　一次告示におけるバイオエタノールに関する判断基準の概要

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 1 回），資料 2 バイオエタノールの導入に関するこれまでの取組と最近の動向（2017）[6]

現行の高度化法告示について

● 日本では、バイオエタノールに関し、高度化法を通じて導入を図ってきており、次世代バイオ燃料については必要性等を精査し、2020年度当初に新しい導入促進策を盛り込むこととされていた。

	一次告示 （2011～2017年度）	状況変化	二次告示 （2018～2022年度） （2018年4月制定）
導入の前提	■ 京都議定書を踏まえた CO2削減対策 ■ 燃料の国産比率向上	■ エネルギー基本計画の見直し。 ■ エネルギーミックスの原則（3E）の設定。 ①自給率向上、②コスト低減、③欧米に遜色ないCO2削減）	□ 3Eの原則に基づく導入
導入目標	■ 2017年度までに50万kL/年 ✓ 第一世代バイオ（食物由来）＋次世代バイオ（非食物由来） ✓ 京都議定書目標達成計画における目標に準拠	■ 導入目標を着実に達成。一方、年間600億円規模の追加コスト。これに加えて、年間480億円の免税支援。 ■ 食料競合への配慮から、欧米でも第一世代バイオから次世代バイオへのシフトの動き。 ■ 次世代バイオについて、国産化のメドが立つ状況に。	□ 導入目標量は維持（50万kL/年） □ 国産化＋調達コスト低減 □ 次世代バイオの導入促進
削減基準	■ 温室効果ガス（GHG）を、ガソリン比50%削減 ✓ 欧米と同水準 ✓ バイオマス発電と同等	■ 欧米における削減基準引上げ。 ■ バイオマス発電の発電効率向上。	□ 削減基準を50%から55%に引上げ
調達先	■ 国産＋ブラジル産を想定 ✓ GHG削減基準を満たしつつ、安定供給が可能なのは、当時ブラジルのみ ✓ 一方、安定供給の観点から、調達先の多角化を図っていくこととされた	■ 国産の第一世代バイオは頓挫。ブラジル産に依存。 ■ 一方、国産の次世代バイオは商用化の可能性。 ■ 米国産についても、生産効率向上等に伴い、GHG削減効果が改善し、多角化の選択肢に。	□ 国産の次世代バイオの導入を推進 □ 米国産のGHG削減効果も告示に記載
次世代バイオ	■ 導入量2倍カウント ✓ 早期商用化への政策インセンティブ	■ パイロットプラントでの生産データが蓄積されつつあり、当該データを元に、政策支援のレベルを再検証すべき段階に。	□ 必要性等を精査した上で、2020年度当初に新しい導入促進策を盛り込み

図 3-4　一次告示と二次告示の比較

出典：資源エネルギー庁，第 27 回 総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会，資料 5 バイオ燃料の導入に係る高度化法告示の検討状況について（2019）[7]

二次告示では、図 3-5 のように次世代バイオエタノールの将来的な導入を視野に入れた展開が委員会では組み込まれ、「2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けたバイオジェット燃料の導入までの道筋検討委員会」[8]を意識していたが、次の告示改定での進展についてはコロナの折、現在のところ動静は定かでない。

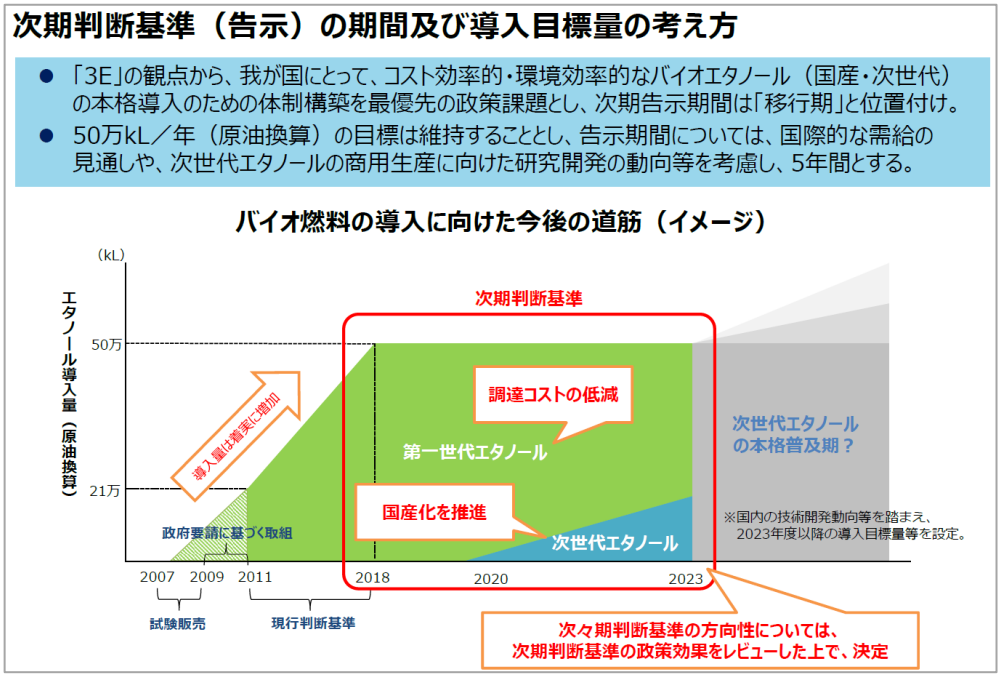


図 3-5　二次告示の考え方および三次告示の方向性

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 2 回），資料 3 次期判断基準のあり方に関する考え方（改訂版）（案）（2018）[9]

ここで、次世代バイオエタノールは、次のように定められた。

2023 年度から 2027 年度までの 5 年間の石油精製業者による次世代バイオエタノールの利用の目標量の総計は、年度ごとにエタノールに換算した量で原則 1 万キロリットルとする。なお、次世代バイオエタノールの利用の目標量の総計はバイオエタノールの利用の目標量の総計の内数として計上するものとする。

また、導入量についても下記のような需給の状況から 50 万 kL を継続し、引き続き検討としている。

□ 燃料種の需給の状況

⇒需要減少が見込まれるガソリンに対して、現時点においてエネルギー代替が比較的困難と見られ、当面は堅調な需要が見込まれるジェット燃料・軽油について、政策資源を投入していく可能性も視野に入れつつ、導入の方向性について引き続き検討。

【参考】燃料油需要の変化

	2006年度	2021年度（見通し）	減少率
ガソリン	6,055万kL	4,705万kL	▲22%
ジェット燃料	539万kL	534万kL	▲1%
軽油	3,661万kL	3,336万kL	▲9%

出展：資源エネルギー統計、平成29～33年度石油製品需要見通し

図 3-6　燃料油需要の変化

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 2 回），資料 3 次期判断基準のあり方に関する考え方（改訂版）（案）（2018）[9]

直近の委員会では、前回改定の際、ガソリンの GHG の数値の実質的な変化に対応するべきと指摘を受け、再精査を行うなど、細目についての協議にとどまっている。二次告示の詳細を以下に示す。

● 原油生産段階及び燃焼段階の値の見直しにより、ガソリンのGHG排出量は84.11gCO2/MJから**88.74**gCO2/MJに上昇することとなる。

（gCO2/MJ）

	高度化法			参考	
	一次告示	二次告示	改訂案	米国	EU
原油生産	1.59	2.077	**5.87**	18.2	10.9
原油輸送	0.96	0.8522	0.8522		1.0
原油精製	8.6	8.929	8.929		7.0
燃料輸送	–	–	–	74.9	1.1
燃焼	70.6	72.25	**73.08**		73.3
合計	81.7	84.11	88.74	93.1	93.3

図 3-7　ガソリン GHG 排出量の見直し

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 2 回），資料 3 次期判断基準のあり方に関する考え方（改訂版）（案）（2018）[9]

また、コロナの影響等にも配慮し導入量の変動の可能性についても検討を行った。

大きな情勢変化に関連する告示上の規定について

● 昨今の新型コロナウイルスのような大きな情勢変化に関連し、告示では以下の規定が設けられている。
- ✓ 他の石油精製業者の肩代わり(正当な理由がある者に限る)等の目標量達成の代替手段
- ✓ 災害や異常気象等、バイオエタノールの原料の生産量が減少し、バイオエタノールの利用の目標達成が困難となる事象が発生した際の国への報告

対応の方向性

● 他方、代替手段を用いる正当な理由や、石油精製事業者がバイオエタノールの利用目標の達成が困難となる事象としては、以下のような様々な状況が考えられるところ。

● 高度化法告示で定める導入目標の重要性等は大前提としつつも、例えば、バイオエタノールの利用目標の達成が困難となる事象を原料の生産量減少に限定しない、といった、昨今の情勢も踏まえた柔軟化を図るべきではないか。

図 3-8　大きな情勢変化に関連する告示上の規定について

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 5 回），資料 3 ガソリン GHG 排出量改定案等について（2020）[10]

二次告示でのブラジル、アメリカの適合するバイオエタノールは下記の通りとされた。

- 米国産トウモロコシ由来エタノールについて、近年の生産効率向上等を踏まえて、新たにGHG削減効果に関するLCA評価を実施。あわせて、ブラジル産さとうきび由来エタノールと、ガソリンについても、対象ガスの見直しや、原料栽培の機械化の進展に伴う葉焼却（火入れ）の減少、国際輸送の距離等について、LCA評価の見直しを実施。
- 米国産エタノールについて、GHG削減効果の改善が確認されたため、調達先の多角化に資することも考慮し、新たに米国産エタノールに関する「既定値」を設定することとする。

現行の判断基準における既定値と、見直し後の既定値の比較

	現行の既定値	見直し後の既定値
ブラジル産さとうきび由来エタノール	32.7 （ガソリン比△60%削減）	33.61 （ガソリン比△60%削減）
米国産トウモロコシ由来エタノール	–	43.15 （ガソリン比△48%削減）
ガソリン	81.7	84.11

（単位：g-CO2eq/MJ）

図 3-9　バイオエタノールに関する GHG 排出量の既定値①（土地利用変化以外）

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 2 回），資料 3 次期判断基準のあり方に関する考え方（改訂版）（案）（2018）[9]

- 食物由来のバイオエタノール（第一世代）については、直接土地利用変化が無い農地で栽培された原料を用いたものを、調達することを原則とする。
- 一方で、仮に、直接土地利用変化のある農地で栽培された原料を用いたバイオエタノールを調達する場合については、下記のGHG排出量を上乗せして、評価することとする。
- なお、間接土地利用変化については、学術的な議論が続いており、諸外国でも大きく評価値が変わっている状況であることから、本制度においては考慮しないこととする。

直接土地利用変化に関する既定値

		ブラジル産さとうきび由来エタノール（※1）	米国産トウモロコシ由来エタノール
直接土地利用変化なし		0（0）	0
直接土地利用変化あり	草地からの転換	0（※2）（37.4）	44.8
	森林からの転換	248.7（245.0）	151.4

（単位：g-CO2eq/MJ）

（※1）カッコ内は、現行の判断基準における数値。
（※2）計算上、草地からの転換により、土壌中の炭素ストック量が増えるという結果になるが、「転換を促進すべき」という誤ったメッセージにならないよう、"0"として取り扱う。

- ブラジル産のさとうきびについては、これまで単年生植物とみなして直接土地利用変化のGHG排出量を評価していたところ、さとうきび栽培の実態を踏まえて、多年生植物とみなして既定値を変更。
- 米国産のトウモロコシについては、栽培地の気候区分や土壌質を考慮して、既定値を新設。

図 3-10　バイオエタノールに関する GHG 排出量の既定値②（土地利用変化）

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 2 回），資料 3 次期判断基準のあり方に関する考え方（改訂版）（案）（2018）[9]

- 食料競合等の回避や国産化の観点から注目される次世代バイオエタノールについては、今後、2～3年以内に、商業化に向けた生産を開始する動きがある。
- 導入初期段階での競争力確保に配慮する観点から、今後、パイロットプラントから得られた生産データ等を精査しつつ、具体的な導入目標量や導入促進策を検討し、2020年度当初を目途に、判断基準（告示）を一部改正し、これらを記載することとする。

要検討項目	【参考】現行の判断基準	検討の方向性
次世代バイオエタノールの導入目標	□ 導入目標は設定していない。	□ 実証事業から得られる供給可能量・価格見通し・GHG削減効果等のデータを精査した上で、総量(現行50万kL／年)に占める次世代バイオエタノールの導入目標について、検討を行う。
導入対象及び導入促進策	□ 早期商業化を促進する観点から、セルロース原料のバイオエタノールについては導入量を2倍カウント。	□ 国内のバイオマス資源を最大限有効活用する観点から、セルロースのほか、食料と競合しない食品廃棄物などを用いたものも導入対象として検討する。 □ 第一世代と比較して、「食料競合回避」「高いGHG削減効果」「廃棄物からの付加価値品の創出」等に優位性を持つ点を踏まえ、より高い性能を有するものに相応のインセンティブが働くような導入促進策を検討する。
その他	□ 次世代バイオエタノールのGHG削減効果に関するLCAにあたっては、第一世代と同様の考え方に基づいて、実施することとする。 □ 次世代バイオエタノールの原料のトレーサビリティについても、確認プロセスを設けることとし、具体的な確認方法については、今後検討を進める。 □ 次世代バイオエタノールの商業化に向けて、金融機関なども交えて事業性評価を精緻化していく必要があることから、資源エネルギー庁・NEDO・金融機関等の有識者を構成員として、議論を行う場を設けることを検討する。	

図 3-11　次世代バイオエタノールの導入拡大に向けた考え方

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 2 回），資料 3 次期判断基準のあり方に関する考え方（改訂版）（案）（2018）[9]

これらの検討結果に基づき二次告示は以下のような考え方で進められた。

次期判断基準の対象期間は、2018～2022 年度の 5 年間とし、各年度において、原油換算で 50 万 kL／年のバイオエタノールを導入することを目標とする。□GHG 排出量の LCA 評価結果（既定値）については、アメリカ産トウモロコシ由来エタノールに関する値を、新たに定める。

GHG 排出量の削減基準については、諸外国と遜色の無い CO_2 削減を目指すとともに、バイオマスの有効利用という観点から、現行のガソリン比 50%から 55%に引き上げることとする。

第一世代バイオエタノールについて、調達コスト低減の観点から、調達先の多角化が可能となる環境を整備し、価格競争を促す。また、燃料調達に係る環境影響の回避等にも配慮する。

食料競合への配慮、自給率向上による安定調達確保の観点から、国産の次世代バイオエタノールの普及拡大に引き続き努めるとともに、国際競争力のある低コストな生産手法の確立を目指す。

次世代バイオエタノールの具体的な導入目標量や導入促進策については、制度設計に関する考え方の整理や事業性評価を精緻化しつつ、2020 年度当初を目途に、告示の一部改正により記載することとする。

次々期判断基準については、次期判断基準の政策効果をレビューした上で、EV やバイオディーゼル燃料等の他の CO_2 削減手段との比較を行いながら、検討を進めていく。

3.1-2　高度化法が制定されて以降の審議

高度化法が制定された後、告示改訂や高度化法の中身について様々な議論がなされた。以下に各種委員会の実施状況やそこで得られた結論などを整理する。

(1) 委員会／ヒアリング

平成 25 年度　バイオ燃料に関する諸外国の動向と持続可能性基準の制度運用等に関する調査

平成 26 年度　平成 26 年度石油産業体制等調査研究：バイオ燃料に関する諸外国の動向と持続可能性基準の制度運用等に関する調査

平成 26 年度　バイオ燃料に関する諸外国の税制と持続可能性基準の制度運用等に関する調査

平成 27 年度　バイオ燃料を中心とした我が国の温室効果ガス削減に向けた燃料政策に関する調査

平成 28 年度　バイオ燃料を中心とした我が国の燃料政策のあり方に関する調査

平成 30 年度　バイオ燃料を中心とした我が国の燃料政策の在り方に関する調査（日本総研）

（平成 30 年度調査以外の調査コンサルは MRI）

(2) 我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会[11]

平成 30 の報告書作成に並行して技術検討委員会形式で裏付けをとった。

平成 29 年度　第 1 回 2017 年 12 月 27 日

第 2 回 2018 年 1 月 26 日

→第 2 期告示改定／次期判断基準のあり方に関する考え方（案）について（次世代エタノールの算入とその量）

令和 1 年度　第 3 回 2019 年 10 月 30 日

第 4 回 2020 年 2 月 14 日

令和 2 年度　第 5 回 2020 年 6 月 1 日

→高度化法告示におけるガソリンの GHG 排出量に係る論点（次世代エタノールの優遇係数）

これらの議論によって、“バイオ燃料は、運輸部門におけるエネルギー代替、低炭素化の有力手段の一つと位置付けつつも、3E に照らし合理的な形での導入方針を検討すべき”と結論づけられた

3.2　日本のバイオエタノール導入状況

3.2-1　輸出入状況について

図 3-12 に我が国のバイオエタノール需給状況を示す。バイオエタノールは 2007 年から試験的に輸入され、2011 年からは高度化法の目標値を達成する量が導入されてきた。国産のバイオエタノールについては 2009 年から導入されたが、その量は 2012 年をピークに低下している。

2018 年の我が国の燃料用バイオエタノール輸入量は 82 万 kL で、その内 90%がバイオ ETBE[3]の形態である。

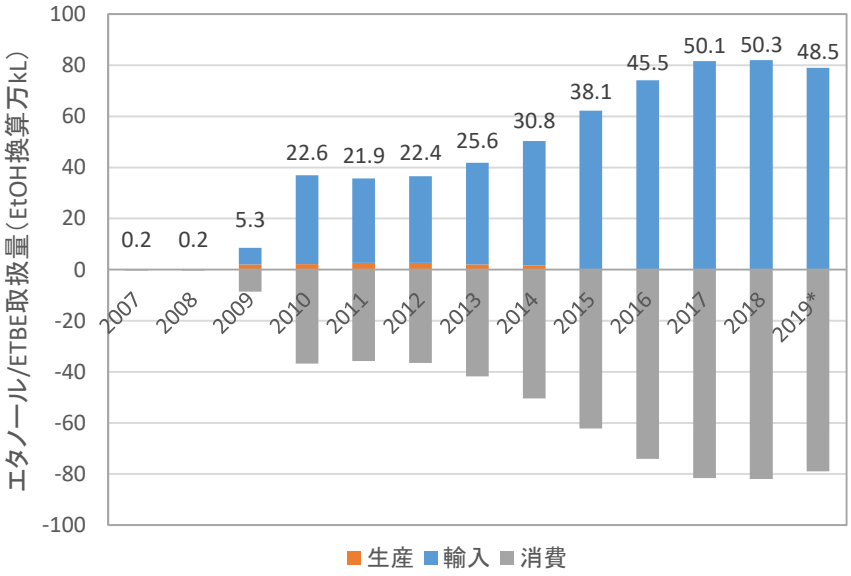


図 3-12　日本のエタノール導入量実績

（※2019 年の値は USDA による推定値、棒グラフ上部の数値はエタノール/ETBE の生産量と輸入量合計を原油換算にしたもの）

出典：USDA, Annual Report Japan (2015)(2019)[12],[13]より IAE 作成

日本に輸入される燃料用バイオエタノールとバイオ ETBE の詳細については貿易統計から読み解くことができる。バイオ ETBE については貿易統計の品目コード 2909.19.010[4]で示されている。図 3-13 にバイオ ETBE の輸入量推移を示す。輸入量は 2009 年に 5.7 万 kL、

[3] エチル・ターシャリー・ブチル・エーテルの略称。バイオエタノール 1mol と石油系炭化水素であるイソブテン 1mol を反応させることによって得られる。ETBE の内、重量比で 45%がバイオエタノールに相当する。

[4] エチル・ターシャリー・ブチル・エーテルのうちバイオマス（動植物に由来する有機物（原油、石油ガス、可燃性天然ガスおよび石炭並びにこれらから製造される製品を除く。）をいう。）から製造したエチルアルコール（エタノール）を原料として製造したものである旨が政令で定めるところにより証明されたもの

2010 年に 70 万 kL と増加し、2014 年には 100 万 kL を超えて 108 万 kL、2017 年以降は 170 万 kL 程度となっている。

輸入金額を輸入量で除すことによって求められるバイオ ETEB の単価は同図に示すように、本格導入が始まった 2011 年以降は 60～85 円/L の範囲で変化しており、近年は低下傾向にある。

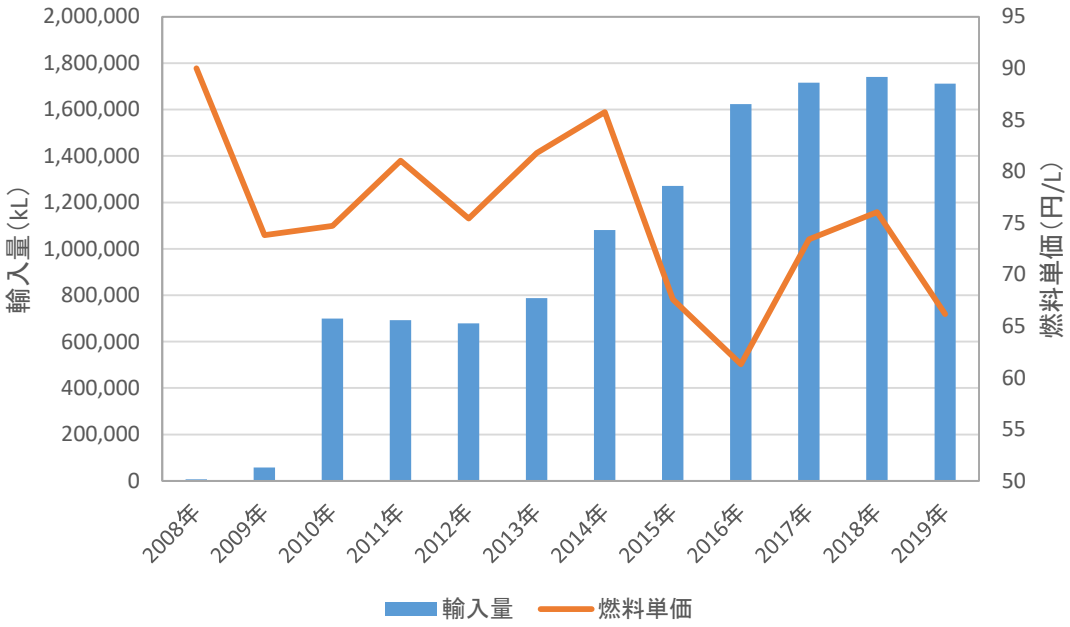


図 3-13　ETBE の輸入量と単価推移

出典：貿易統計

輸入元国の内訳を見ると、2009 年には試験的にブラジルやオランダからもバイオ ETBE を受け入れたが、2011 年以降はすべてアメリカからとなっている（図 3-14 参照）。

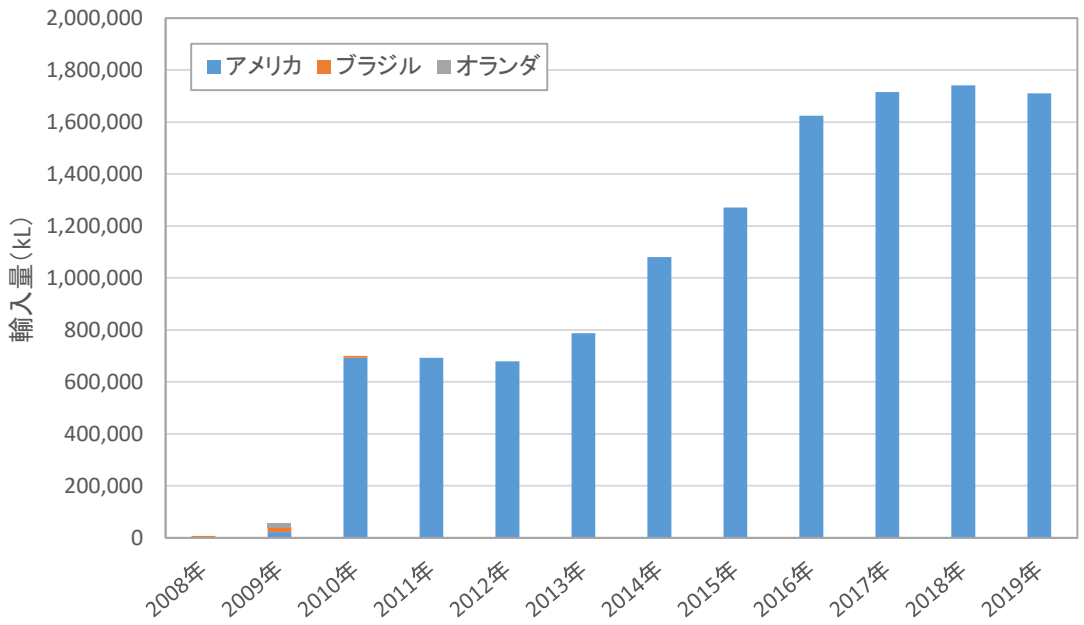


図 3-14　ETBE の輸入元国内訳

出典：貿易統計

前述の通り、燃料用のバイオエタノールとしては 90%がバイオ ETBE の形態となっているが、残り 10%についてはバイオエタノールとして輸入され、日本においてバイオ ETBE へと転換されている。バイオ ETBE の製造に供されるバイオエタノールの輸入については 2016 年から貿易統計の品目コードに 2207.10.191[5]が追加され、国内で ETBE に転換するために輸入されたバイオエタノールの量と価格がわかるようになった。

図 3-15 にバイオ ETBE の製造に供されるバイオエタノールの輸入量推移を示す。輸入量には年によってばらつきがあるが、近年は概ね 6 万 kL 程度となっている。これらの輸入元国はすべてブラジルである。

バイオエタノールの単価は同図に示すように、65～75 円/L の範囲で変化している。

[5] バイオマス（動植物に由来する有機物（原油、石油ガス、可燃性天然ガスおよび石炭並びにこれらから製造される製品を除く。）をいう。）から製造したものである旨が政令で定めるところにより証明されたものであり、かつ、エチル・ターシャリー・ブチル・エーテルの製造の用に供するもの

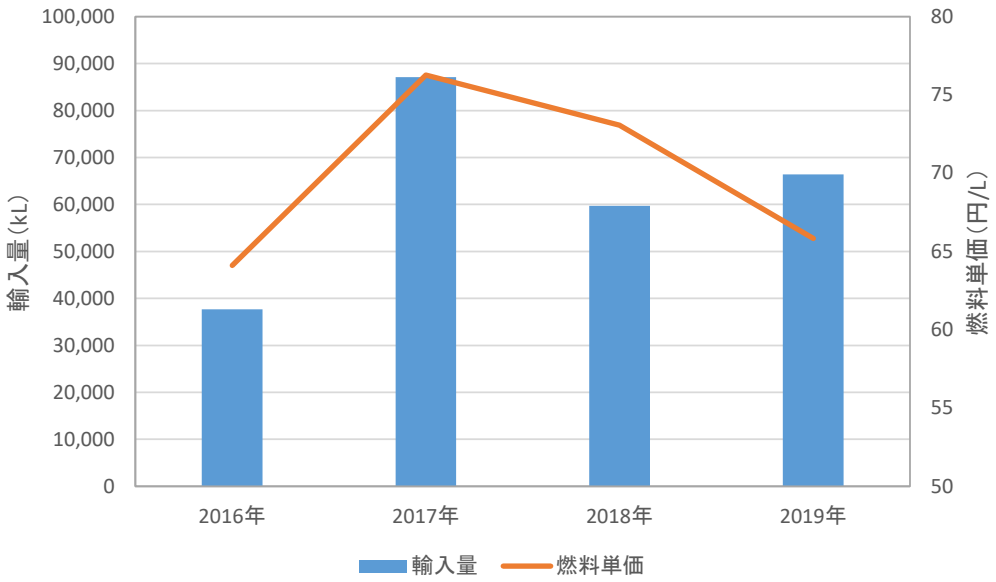


図 3-15　ETBE 転換用エタノールの輸入量と単価推移

出典：貿易統計

表 3-1 に国内の ETBE 製造設備およびその能力をまとめて示す。国内の ETBE 製造設備は 2 基稼働しており、根岸製油所と堺製油所でそれぞれ生産能力 10 万 kL/年と 7 万 kL/年となっている。

表 3-1　国内の ETBE 製造設備

場所	生産能力	生産開始
根岸製油所	10 万 kL/年	2009 年
堺製油所	7 万 kL/年	2011 年

概ね 6 万 kL のエタノールから 14～15 万 kL のバイオ ETBE（石油連盟の記事[14]で用いられている数値を換算係数として使用）が製造されるため、国内の ETBE 製造設備は 82～88%の稼働率で運転されている。

ここで我が国に導入されるバイオエタノールおよびバイオ ETBE を取り扱っているバイオマス燃料供給有限責任事業組合（JBSL）について説明する。JBSL は、ガソリンに配合するバイオ ETBE およびその原料となるバイオエタノールの調達、ならびに組合員である石油会社への供給を安定的かつ効率的に行なうことを目的として 2007 年に設立された。

組合員（出資会社）は次の通りである。

ENEOS 株式会社、出光興産株式会社、コスモ石油株式会社、富士石油株式会社、太陽石油株式会社

導入目標量および ETBE の供給フローをそれぞれ図 3-16 および図 3-17 に示す

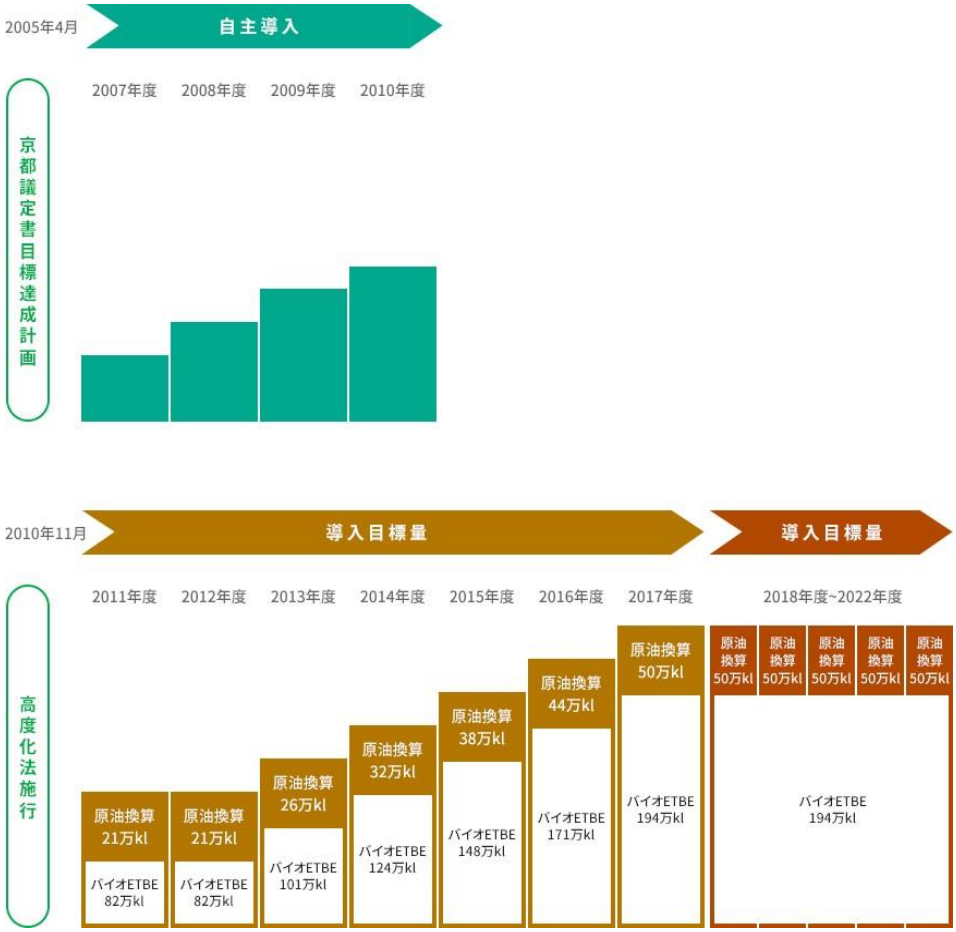


図 3-16　バイオ ETBE の導入目標量

出典：JBSL[15]

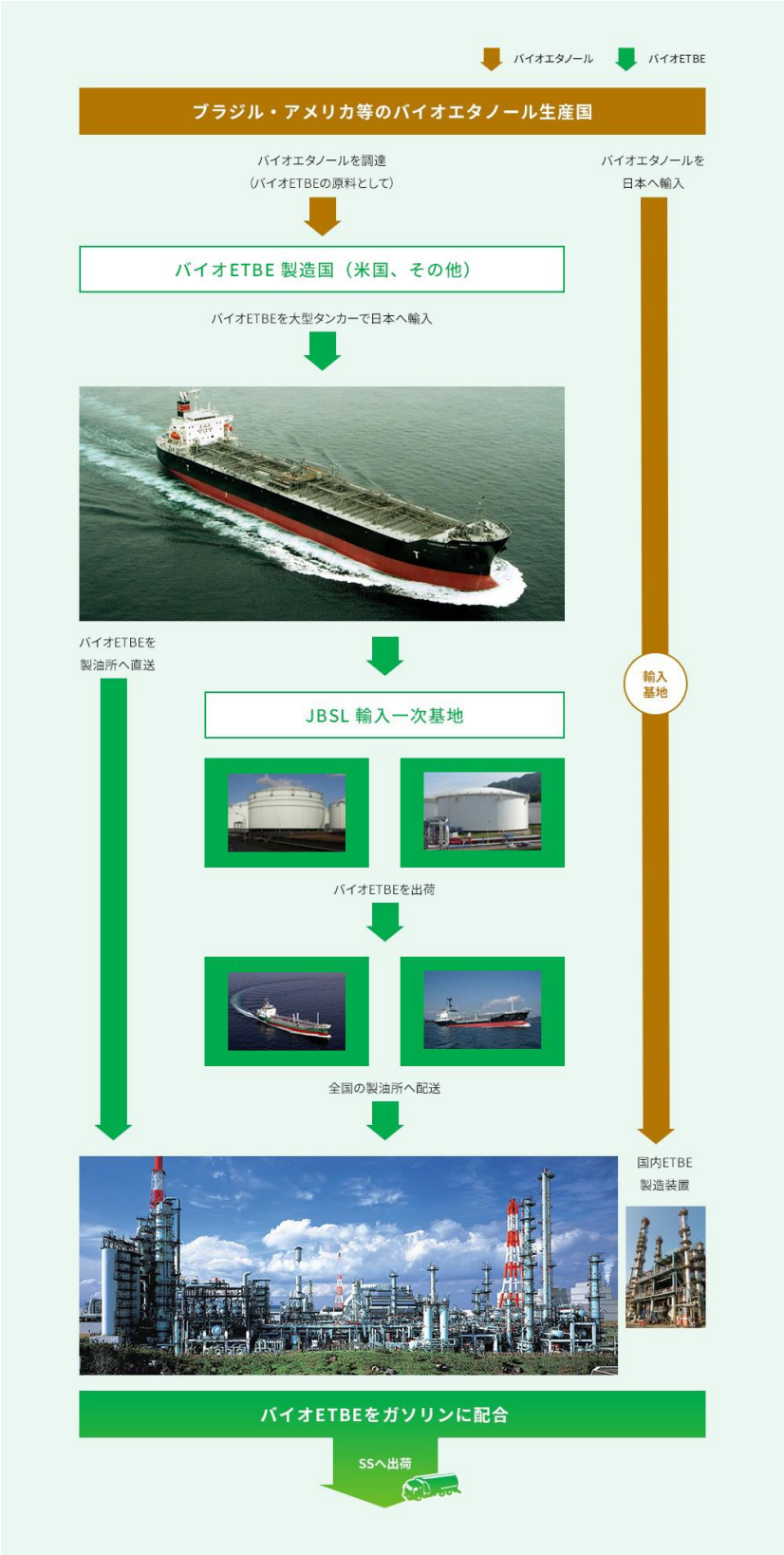


図 3-17　我が国のバイオガソリン流通フロー図

出典：JBSL[15]

3.2-2　我が国における ETBE と直接混合の導入経緯

ETBE の導入に関して、石油連盟からは図 3-18 のような説明がなされ、高度化法に対する対応は石油事業者の主張通り ETBE 方式で進められた。

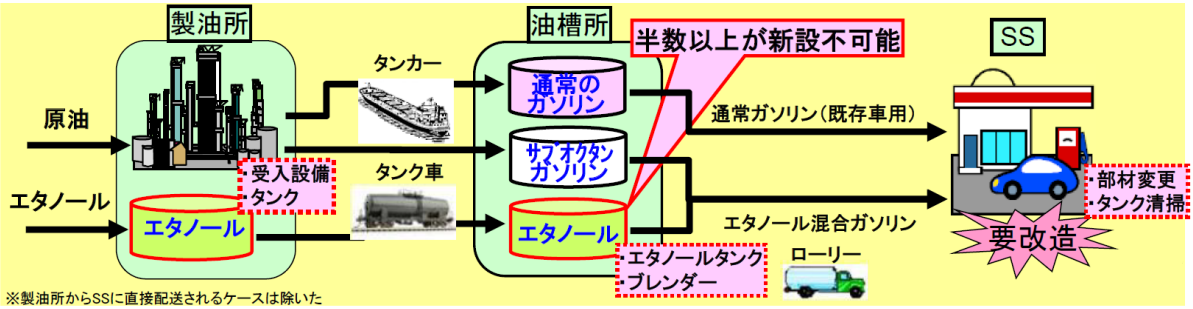


図 3-18　バイオエタノール直接混合方式に必要な設備対応

出典：石油連盟，中長期ロードマップに対する意見（2010）[16]

二次告示を発出する際のパブリックコメントに対する解説においても次のような解説から ETBE 方式の継続となっている。

□ バイオエタノールの混合方式について、ETBE混合から直接混合（E10）にシフトするべき。

- バイオエタノールの混合方式については、揮発油等の品質の確保に関する法律（品確法）において、直接混合・ETBE混合の両方式が認められており、対応車にはE10ガソリンの供給も可能。
- バイオ燃料の導入義務を負う石油精製業者の裁量を過度に制約しない観点から、いずれの方式を採用するかは、各事業者の判断に委ねられている。

我が国における両方式についてのメリット・デメリット

	直接混合	ETBE混合
メリット	□ 単にエタノールをガソリンに混ぜるのみであり、燃料生産が容易。少量での取扱いが可能であり、地産地消の取組にも対応可能。	□ ガソリンに水分が混入しても、バイオ燃料が分離せず、ガソリンの性状は変わらない。
デメリット	□ 水分の混入により、ガソリンの性状が変化するおそれがあり、油槽所等での出荷直前に必要な混合設備への投資が必要。さらに、SS等では日常的な管理を含め水分の混入防止等の対策が必要。 □ 蒸気圧が上昇し、光化学スモッグの原因となる燃料蒸発ガスの発生が増加するため、蒸気圧を減圧したガソリンが必要。	□ ETBEの増産に当たっては、比例的に、原料となるイソブテンの増産のための設備投資が必要。 □ 導入量が大幅に拡大すると、イソブテンの供給制約が生じる可能性。

※1　バイオエタノール…サトウキビ・トウモロコシ・小麦などの農作物や、草・木材などのバイオマスを原料とするエタノール。
※2　ETBE（エチル・ターシャリ・ブチルエーテル）…バイオエタノールとイソブテン（石油由来の基材）から製造される化合物。

図 3-19　パブリックコメントの結果および御意見に対する回答

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 2 回），資料 2 パブリックコメントの結果及び御意見に対する回答（2018）[17]

3.2-3　我が国におけるバイオエタノールの製造経緯

バイオマス・ニッポンに基づく 100 円/L を目標に置いた国産バイオエタノールの開発・実証が行われたが、いずれも製造コストがみあわないことから農水省、環境省のプロジェクトはほぼ開発を断念している（図 3-20 参照）。

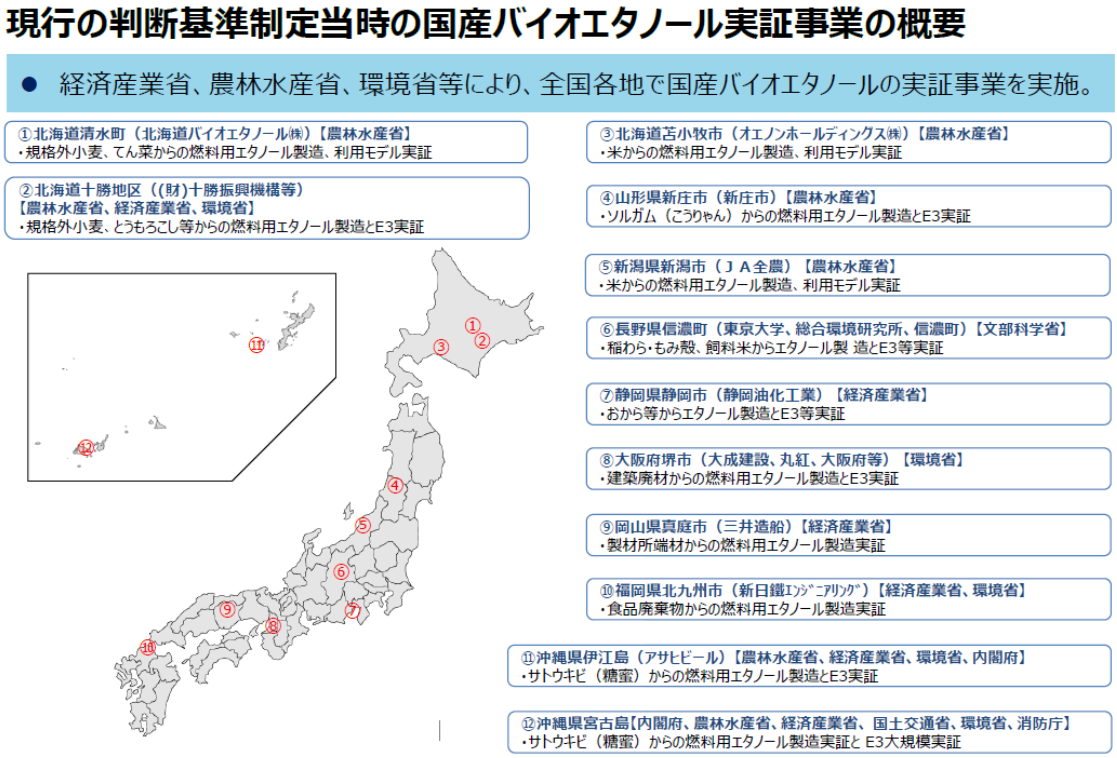


図 3-20　国産バイオエタノール実証事業の概要

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 1 回），資料 2 バイオエタノールの導入に関するこれまでの取組と最近の動向（2017）[6]

3.2-4　我が国における第二世代バイオエタノール開発状況

NEDO では、バイオマス・ニッポンの目標よりさらに高い目標を革新ケースとして 40 円/L をかかげ、食料と競合しない第二世代バイオエタノールの開発に取り組んできた。

各要素技術開発に続き、「セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業」にて一貫生産システムとしての開発に取り組み、これらから発展した技術をもとに事業化を目指した総合実証事業「セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業」にまで展開した。

(1) 「セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業」

事業期間：2014 年度～2019 年度

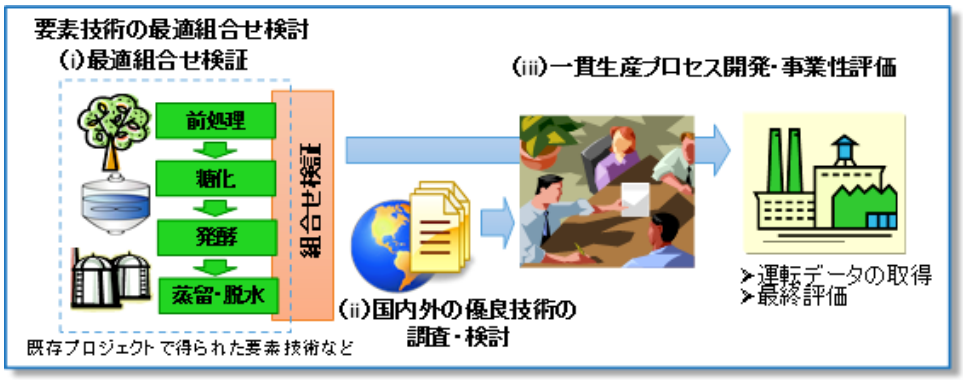


図 3-21　セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業

出典：NEDO, 事業紹介, 事業・プロジェクト概要, 事業説明図[18]

- 木本バイオマスを原料とする日本の持続可能性基準に適合するセルロース系エタノールの一貫生産技術開発及び事業性評価（2015～2017）
  実施事業者：JXTG エネルギー(株)、王子ホールディングス(株)
- パルプを用いた水蒸気爆砕法によるバイオエタノール生産に関する技術開発及び事業性評価（2015～2019）
  実施事業者：（株）Biomaterial in Tokyo、三友プラントサービス（株）

(2) 「バイオジェット燃料生産技術開発事業」

事業期間：2017 年度～2024 年度

バイオジェット燃料は、航空分野において 2027 年から義務化が始まる CO_2 排出量の削減の切り札として世界的に導入の機運が高まっている。バイオジェット燃料の一貫製造プロセスに関して、ガス化・液化技術でおよび微細藻類からの製造についてパイロットスケール規模で取り組んでいる。

図 3-22　バイオジェット燃料生産とサプライチェーンイメージ

出典：NEDO, 事業紹介, 事業・プロジェクト概要, 事業説明図[19]

i.　一貫製造プロセスに関するパイロットスケール試験
ii.　実証を通じたサプライチェーンモデルの構築
iii.　微細藻類基盤技術開発
iv.　技術動向調査

図 3-23　微細藻類カーボンリサイクル技術イメージ

出典：NEDO, 事業紹介,事業・プロジェクト概要, 事業説明図[19]

- 高速増殖型ボツリオコッカスを使った純バイオジェット燃料生産一貫プロセスの開発
  実施事業者：(株)ＩＨＩ
- 高性能噴流床ガス化とＦＴ合成による純バイオジェット燃料製造パイロットプラントの研究開発
  実施事業者：三菱日立パワーシステムズ(株)、(株)JERA、東洋エンジニアリング(株)
  宇宙航空研究開発機構

また、新たに 2020 年からは新たな取り組みとして以下が予定されている。調査事業は採択が決定され、二つ目の実証系の公募（延長）はされたが、現時点で採択の公表が遅れている。ここではバイオエタノールからのジェット燃料化（A to J）も実施される模様。

(3) 「バイオジェット燃料生産技術開発事業／技術動向調査／再生可能代替航空燃料（Sustainable Aviation Fuel/SAF）　生産に係る一貫生産体制構築に関する調査」
実施予定先　丸紅株式会社

(4) 「バイオジェット燃料生産技術開発事業／実証を通じたサプライチェーンモデルの構築、微細藻類基盤技術開発」

事業期間：2020 年度～2024 年度

［1］ 実証を通じたサプライチェーンモデルの構築（助成事業）

［2］ 微細藻類基盤技術開発

［2-1］ 微細藻類基盤技術実証（委託事業　但し 2023 年度以降は助成事業）

［2-2］ 微細藻類研究拠点における基盤技術開発（委託事業）

バイオジェット燃料等に関しては、次にあげる事業化を目指したプロジェクトも立ち上がっている。

(5) 積水化学工業・ランザテック社

廃棄物を既存の熱分解・ガス化加え精製後に微生物触媒*によるガス⇒エタノール化反応（＊熱・圧力を用いることなく、エタノールを生産）

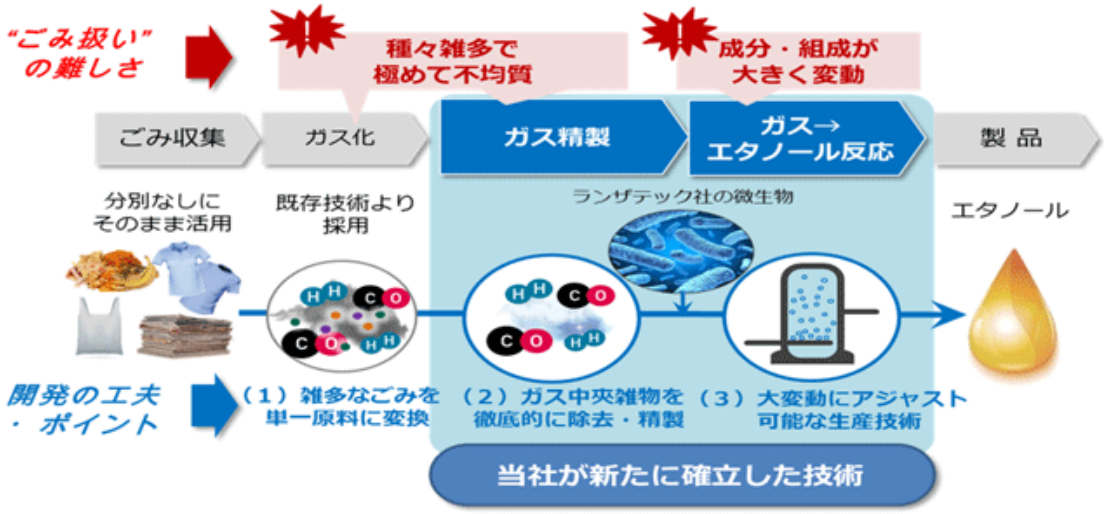


図 3-24　“ごみ”を“エタノール”に変換する技術

出典：積水化学 HP[20]

(6) 日本環境設計・Green Earth Institute （GEI）

日本航空と共に古着を原料とした航空機燃料の製造により、2020 年の試験運航を目指す。

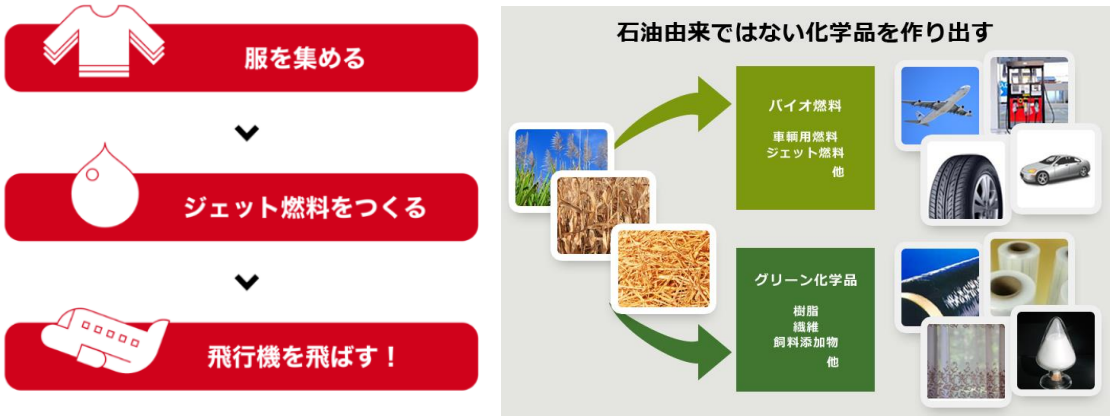


図 3-25 GEI のプロジェクトイメージ

出典：GEI HP, 事業内容, 石油由来ではない化学品を作り出す[21]

(7) ユーグレナ

ユーグレナ（ミドリムシ）からの藻類バイオジェット燃料製造を ANA と推進中。

図 3-26 ユーグレナのバイオ燃料ロードマップ

出典：ユーグレナ HP, 存在感を増すユーグレナバイオディーゼル燃料[22]

第4章　世界のバイオエタノール利活用状況

本章ではバイオエタノールの世界における生産・利用・流通の現状を整理する。

図 4-1 に REN21[6]調べによる世界のバイオ燃料の生産量推移を示す。世界のバイオ燃料生産量は 2019 年において 4 EJ（1 億 6,100 万 kL）となっており、増加量は 5%である。図ではバイオエタノール、バイオディーゼル燃料（FAME[7]）、水素化植物油（HVO/HEFA[8]）の合計でバイオ燃料が表わされており、熱量基準で見ると、2019 年においてエタノールが 59%、FAME が 35%、HVO/HEFA が 6%の割合になっている。

これらバイオ燃料生産量の国別シェアを見ると、アメリカ（41%）、ブラジル（26%）、インドネシア（4.5%）、中国（2.9%）、ドイツ（2.8%）の順となっている。

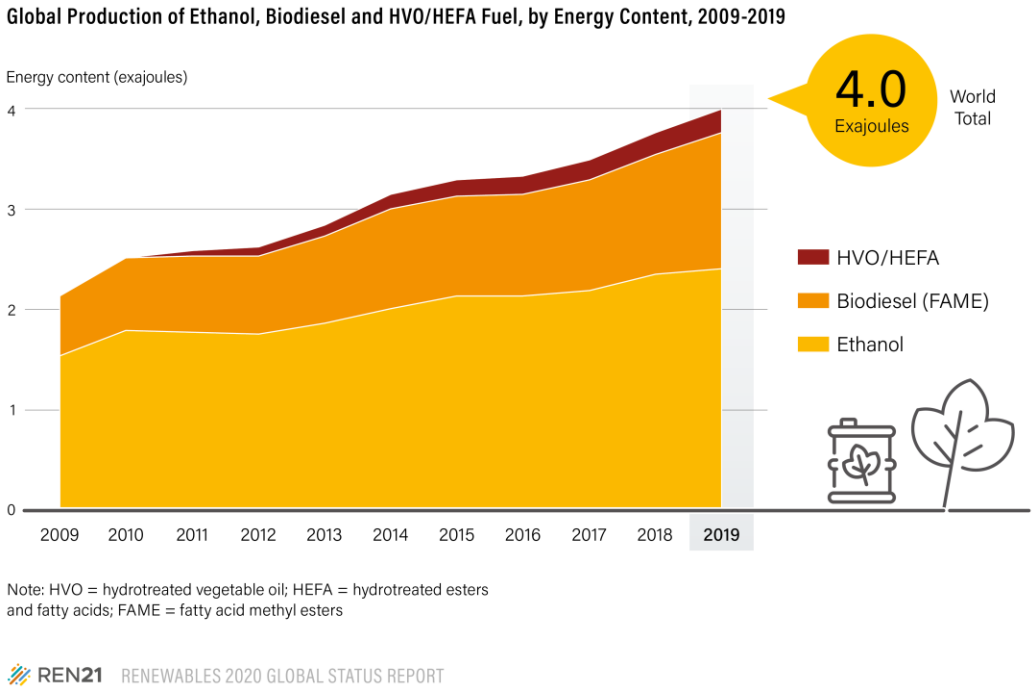


図 4-1　世界のバイオ燃料生産量推移

出典：REN21, Renewables 2020 Global Status Report[23]

---

[6] Renewable Energy Policy Network for the 21st Century 自然エネルギー分野における世界中のステークホルダーのネットワーク組織で、国際機関、各国政府、業界団体、科学団体や学会、市民団体などの力を結集している。フランス・パリの国連環境計画（UNEP）に本部を置く

[7] 脂肪酸メチルエステル。脂肪あるいは脂肪酸とメタノールとのアルカリ触媒反応によって生産できる脂肪酸エステルの一種

[8] バイオマス由来の油分を水素化処理することによって得られる軽油代替燃料

4.1　世界のバイオエタノール生産・消費状況

図 4-1 に示した推移の内、世界のバイオエタノール生産量についてアメリカ DOE の統計資料[24]に基づいた国別内訳を図 4-2 に示す。アメリカとブラジルで 8 割以上が占められており、次いで EU、中国、カナダの順となっている。

これらバイオエタノールの原料はほとんどが可食バイオマスであり、アメリカおよびブラジルはそれぞれトウモロコシおよびサトウキビを原料としている。

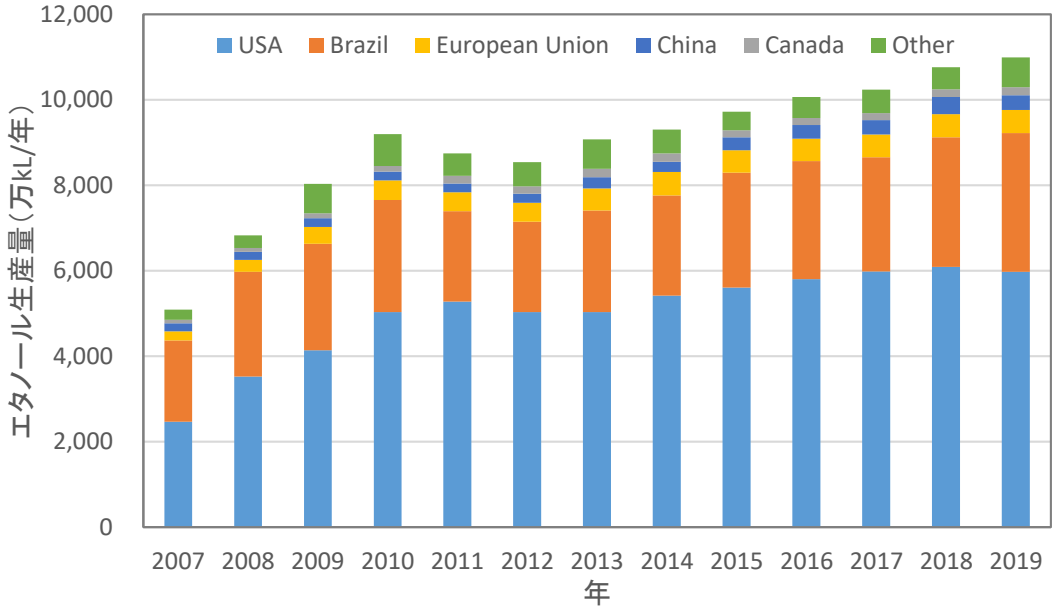


図 4-2　世界のバイオエタノール生産量推移

出典：US DOE, Alternative Fuels Data Center のデータ[24] より IAE 作成

4.2　世界のバイオエタノール導入義務

前述の通り、アメリカとブラジルで世界の生産量の内ほとんどを占めるバイオエタノールであるが、利用状況を見ると、世界各地で導入・利用が進んでいる。

図 4-3 にバイオエタノールの生産量と燃料用エタノールの消費量（対数表示）を国別に示す。図 4-2 では挙がっていなかった南米のコロンビア、東ヨーロッパのウクライナなどもバイオエタノールを利活用していることがわかる。また、日本は生産量に対して燃料消費量が大きく、輸入に依存している状況が見て取れる。

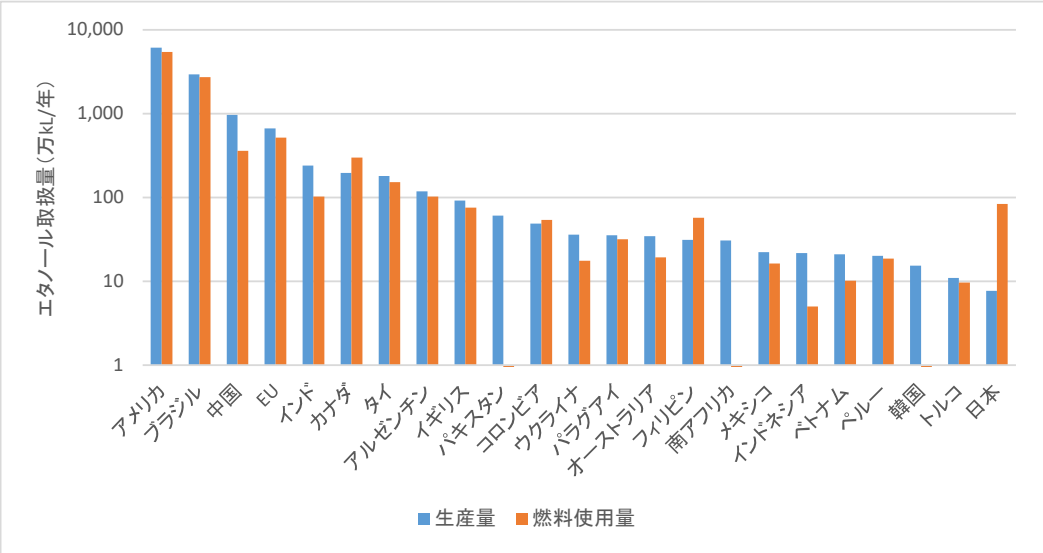


図 4-3　国別バイオエタノールの生産量と燃料用エタノール消費量の比較
（数値は 2016 年～2018 年推定の平均値）

出典：OECD/FAO, OECD-FAO AGRICULTURAL OUTLOOK 2019-2028 (2019) [25] より IAE 作成

このように、気候変動対策の一つとして導入されつつあるバイオエタノールであるが、未だにガソリン価格と比較すると、コストメリットが見えにくく、ブラジル等一部の国では市場価格で取引されているが、その他の国では導入義務やガソリン税の免除など政策誘導で導入されている。表 4-1 および図 4-4 に各国のバイオエタノールの導入義務量（ガソリンに対する導入義務割合）を示す。

南北アメリカの国々では概ね 10%以上の導入義務が課せられており、ブラジルが 27.5%の導入義務になっている点は特徴的である。後述するが、ブラジルではエタノールを含まないガソリンは流通しておらず、エタノール 100%もしくは 27.5%の燃料をユーザーが選択するようになっている。

欧州はディーゼル車が多いこともあり、バイオエタノール自体に導入義務を課している国は少ないが、導入義務量としては 5～10%が大半である。

アジアでも 5～10%の導入義務が多く、前述の通り、バイオエタノール生産量が多い中国では 10%の導入義務により、消費量としても多い国であると言える。

表 4-1　世界のバイオエタノール導入義務量一覧

	義務量	目標量	備考
南北アメリカ			
アルゼンチン	12%	26%	
ボリビア	–	20%	
ブラジル	27.5%		
カナダ			国全体の実績導入量は6%台
ブリティッシュコロンビア	5%	10%	
アルバータ	5%		
サスカチュワン	7.5%		
マニトバ	8.5%		
オンタリオ	10%		
ケベック	–		
チリ	–	5%	
コロンビア	10%		
コスタリカ	7%		
エクアドル	–	5%	
ジャマイカ	10%		
メキシコ	10%		
パナマ	10%		
パラグアイ	27.5%		
ウルグアイ	10%		
アメリカ	14%		2019年のRFS2（再生可能燃料）とガソリン消費量から算出
ヨーロッパ			
オーストリア	3.4%		熱量ベース
ベルギー	9.9%		熱量ベース
ブルガリア	10%		
クロアチア	1%		熱量ベース
チェコ	4.1%		
デンマーク	5.75%		熱量ベースのバイオ燃料義務量。先進型バイオ燃料は0.9%
フィンランド	20%	30%	熱量ベースのバイオ燃料義務量
フランス	8.2%		熱量ベース
ドイツ	–		GHG削減義務で混合量の義務量無し
ギリシャ	3.3%		熱量ベース
ハンガリー	6.1%		熱量ベース
アイルランド	12%		バイオ燃料として
イタリア	9%		熱量ベースのバイオ燃料義務量。先進型バイオ燃料は1%
オランダ	16.4%		熱量ベースのバイオ燃料義務量。先進型バイオ燃料は1%
ポーランド	8.5%		熱量ベースのバイオ燃料義務量
ポルトガル	10%		熱量ベースのバイオ燃料義務量
ルーマニア	8%		熱量ベース
スロバキア	7.6%		熱量ベースのバイオ燃料義務量
スロベニア	7.5%		熱量ベースのバイオ燃料義務量
スペイン	8.5%		熱量ベースのバイオ燃料義務量。エタノール実績導入量は4～5%
イギリス	10.6%		熱量ベースのバイオ燃料義務量
ノルウェー	–	20%	
ウクライナ	4.8%		
アジア環太平洋			
オーストラリア	–		
クイーンズランド	4%	10%	2019年の実績では1.8%
NSW	6%		
中国	10%		
フィジー	10%		
インド	5%		
インドネシア	3%		
フィリピン	10%		
台湾	–	3%	
タイ	–		E10,E20,E85が流通。エタノール実績導入量は13.5%
ベトナム	–	5%	
アフリカ			
アンゴラ	10%		
エチオピア	5%	10%	
ケニア	10%		Kisumu市のみ
マラウイ	10%		
モーリシャス	5%		
モザンビーク	10%		
ナイジェリア	–	10%	
南アフリカ	2%		
ジンバブエ	10%		

出典：Biofuels Digest (2020) [26]および USDA [27]の各種レポート

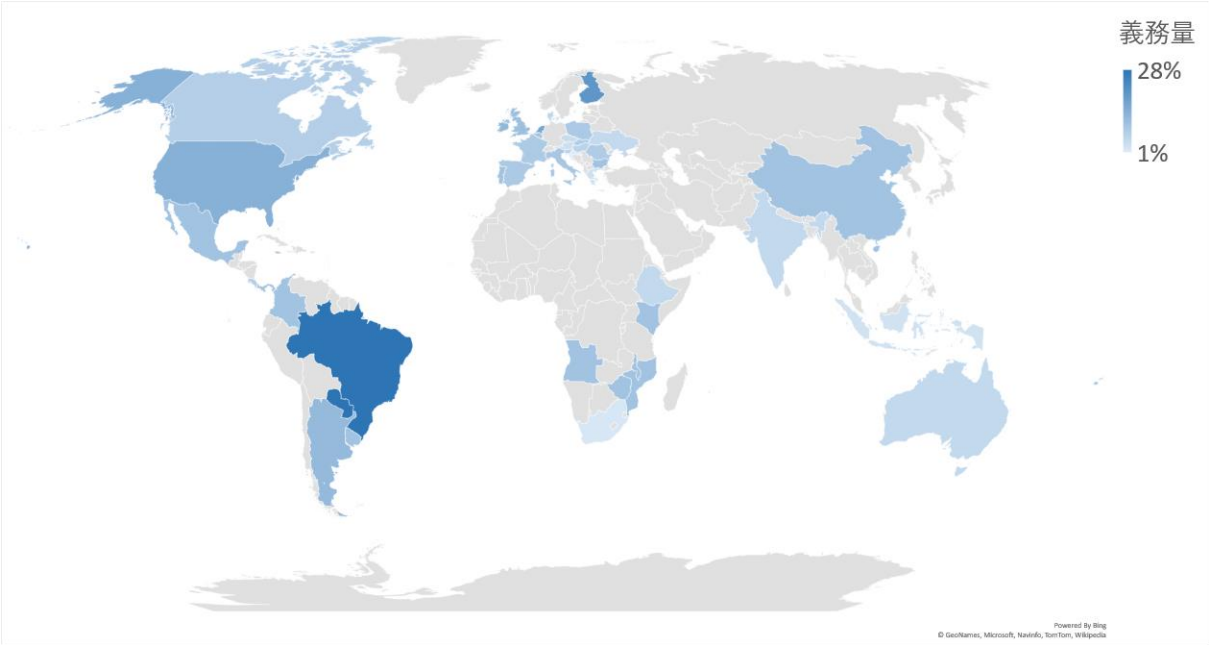


図 4-4　世界のバイオエタノール導入義務量分布

出典：Biofuels Digest (2020) [26]および USDA [27]の各種レポートより IAE 作成

4.3　アメリカのバイオエタノール導入状況

4.3-1　バイオエタノールの導入政策

1919 年にフォード社は燃料にバイオエタノールを使用する車を発売したが、当時は酒類と同等の高い税率のため、燃料用としてのバイオエタノールの使用は進まなかった。

本格的にバイオエタノールが注目されたのは第一次オイルショック（1973 年）による石油価格の高騰を契機としたもので、2015 年から遡ることわずか 50 年弱の歴史しかないにも関わらずこの間急激な発展を見たのは、以下の政策によるところが大きい。

- 大気浄化法（Clean Air Act Amendments, 1977 年改正）
  石油依存度を低減するため、代替ガソリンとして含酸素燃料であるバイオエタノールの使用を許可
- エネルギー税法（Energy Tax Act, 1978 年）
  バイオエタノール 10%以上を混合したガソリンに対する連邦税の減免
- 改正大気浄化法（Clean Air Act Amendments, 1990 年）
  CO やオゾン基準値の未達成の地域には燃料への 2.0～2.7%の含酸素燃料の添加を義務付け（これにより、含酸素燃料で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）のガソリン添加剤としての需要が拡大）
- MTBE 汚染問題の顕在化と使用禁止の動き
  カリフォルニア州で MTBE による地下水汚染問題発生（1999 年）
  カリフォルニア州令で MTBE の使用禁止を表明→各州に広がる（1999 年）
- エネルギー政策法（Energy Policy Act, 2005 年）
  再生可能燃料基準（Renewable Fuels Standard：RFS）が盛り込まれる

さらに、バイオエタノールの需要、生産の拡大は 80 年代から顕在化した余剰トウモロコシの処理、90 年代後半以降はトウモロコシ価格の下支え効果としての機能も重視され、農村経済の振興、農家所得の向上効果も期待されていた。

また、現在のように世界第一位のバイオエタノール生産国になるまでに生産量が拡大した要因としては、RFS による使用義務の影響が大きい。

アメリカでは、2005 年の「エネルギー政策法」に基づいて定められた RFS（以下、RFS1）によって、2006 年に最低 40 億ガロン（約 1,520 万 kL）、2012 年までに最低 75 億ガロン（約 2,850 万 kL）の再生可能燃料（バイオ燃料とほぼ同義）を使用することをガソリン流通業者に義務付けた。

その 2 年後、2007 年に制定された「2007 年エネルギー自立・安全保障法（Energy Independence and Security Act of 2007：EISA）」に基づき、2010 年から施行された RFS（以下、RFS2）では、RFS1 からの使用義務量が拡大され、2022 年には 360 億ガロン（13,600 万 kL 程度）となった。RFS2 では、自動車用ガソリンのみならず、作業用、機関車用、船舶用のディーゼル燃料を含む主要な輸送用燃料へと適用が拡大された。

また、RFS2 では細分化された 4 つの再生可能燃料（従来型、セルロース系、バイオディーゼル、その他）ごとに使用義務量と温室効果ガスの削減率目標が規定されており、トウモロコシ由来の従来型バイオエタノール（削減率目標 20%以上）は、2015 年以降 150 億ガロン（約 5,700 万 kL）で頭打ちとしている（表 4-2 参照）。セルロース系バイオ燃料（削減率目標 60%以上）は徐々にその使用量を増やし、2022 年で従来型を上回る 160 億ガロン（約 6,100 万 kL）と設定された。

表 4-2　RFS2 におけるバイオ燃料の使用義務量（単位：万 kL）

年	Total Renewable Fuel			
		Advanced Biofuel		"Conventional" Biofuel
			Cellulosic Biofuel	
2008	3,407	－	0	3,407
2009	4,202	227	0	3,975
2010	4,902	360	38	4,542
2011	5,281	511	95	4,770
2012	5,754	757	189	4,997
2013	6,265	1,041	379	5,224
2014	6,871	1,420	662	5,451
2015	7,760	2,082	1,136	5,678
2016	8,423	2,744	1,609	5,678
2017	9,085	3,407	2,082	5,678
2018	9,842	4,164	2,650	5,678
2019	10,599	4,921	3,218	5,678
2020	11,356	5,678	3,975	5,678
2021	12,492	6,814	5,110	5,678
2022	13,627	7,949	6,057	5,678

出典：R. Schnepf and B. D. Yacobucci, Renewable Fuel Standard (RFS): Overview and Issues (2013) [28]に環境保護庁の最新情報[29]を追記

4.3-2　バイオエタノールの需給動向

図 4-5 に Renewable Fuels Association（以下、RFA）の統計資料[30]によるアメリカのバイオエタノール生産量推移を示す。2000 年代後半から急激に生産量が増加している様子が見て取れるが、これは前述の通り、RFS1 および RFS2 の影響が大きい。

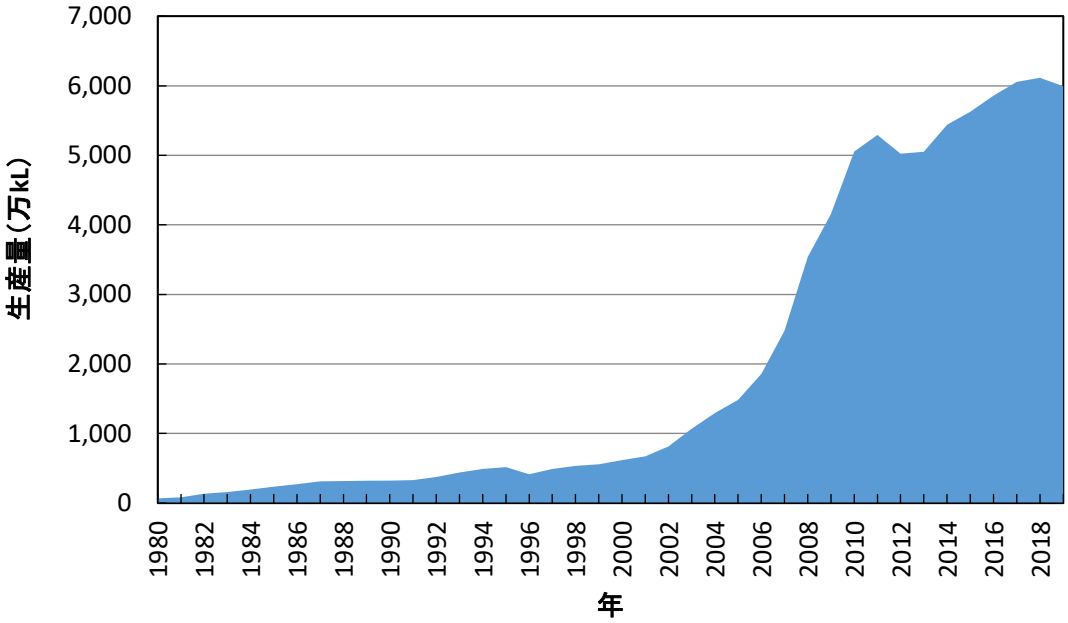


図 4-5　アメリカのバイオエタノール生産量推移

出典：RFA の統計データ[30]より IAE 作成

図 4-6 に RFA の報告[31], [32]によるアメリカのバイオエタノール輸出入量を示す。2011 年におけるアメリカのバイオエタノール生産量約 5,000 万 kL（図 4-5）に対して、純輸出量が約 380 万 kL（図 4-6）という点から、相対的な貿易量はそう多くはないが、特にアメリカとブラジルの間での貿易量が多くなってきている。2009 年までアメリカは主にブラジルからのバイオエタノールの純輸入国であったが、2010 年からは純輸出国に転じている。これは砂糖価格が上昇したことにより、ブラジルのバイオエタノールが価格競争力を失ったためであると考えられている。また、2012-2013 年には輸入量が増えているが、これは干ばつにより、トウモロコシの価格が急騰したためである。

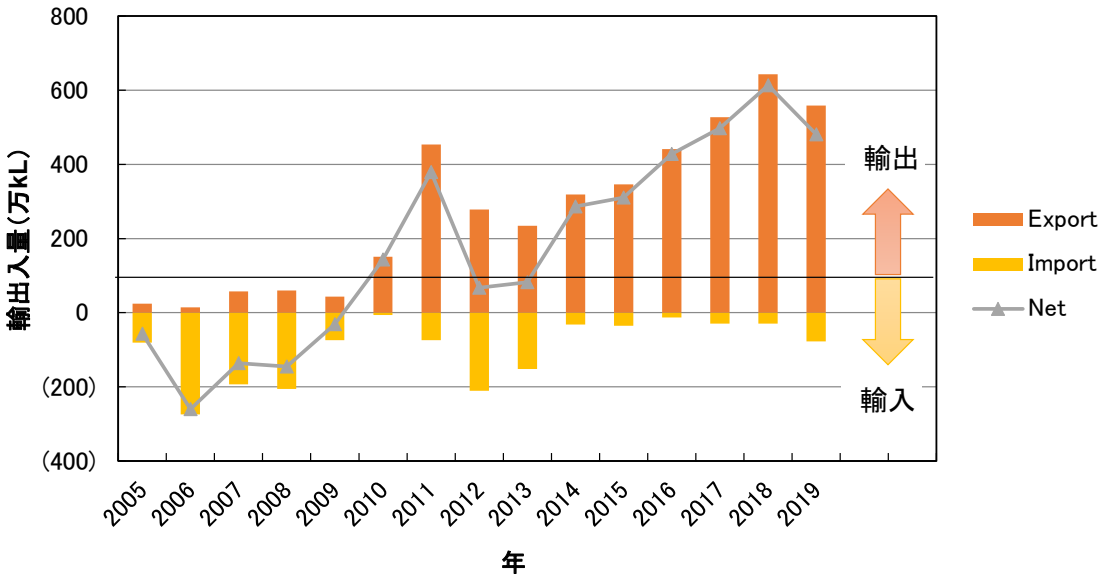


図 4-6　アメリカのバイオエタノール輸出入動向

出典：RFA, U.S. Ethanol Exports and Imports Statistical Summary (2014) [31] (2019) [32] より IAE 作成

バイオエタノール生産量第一位であるアメリカの輸出入状況を図 4-7 に示す。アメリカからブラジル、カナダ、インド、韓国などにバイオエタノールが輸出され、ブラジルからわずかに輸入されている。ブラジルへ輸出されているバイオエタノールは主にブラジル国内の需給調整に供され、ブラジルから輸入されているバイオエタノールはサンフランシスコとロスアンゼルスに陸揚げされ、環境基準が厳しいカリフォルニア州において利用されている。

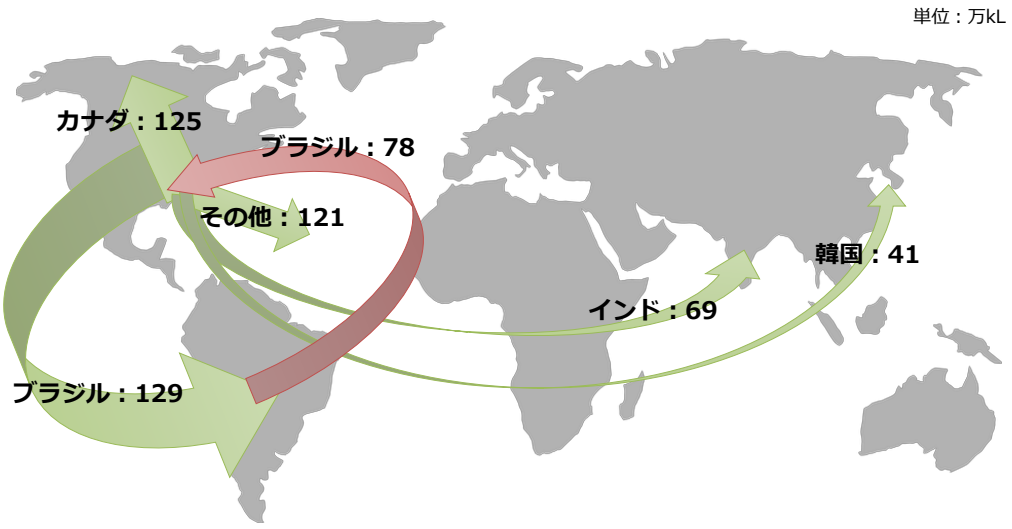


図 4-7　アメリカのバイオエタノール輸出入状況（2019 年）

出典：RFA, U.S. Ethanol Exports and Imports Statistical Summary (2019) [32] より IAE 作成

ここには 3.2-1 で述べたような日本に輸入されている ETBE およびその元となるブラジルからアメリカへの輸入バイオエタノールが示されていない。実際に日本向け ETBE の原料となるバイオエタノールは産業用バイオエタノールの貿易コードで取り扱われている。図 4-8 に示す通り、日本向け ETBE の輸出量とブラジルからの産業用バイオエタノールの輸入量が一致している。

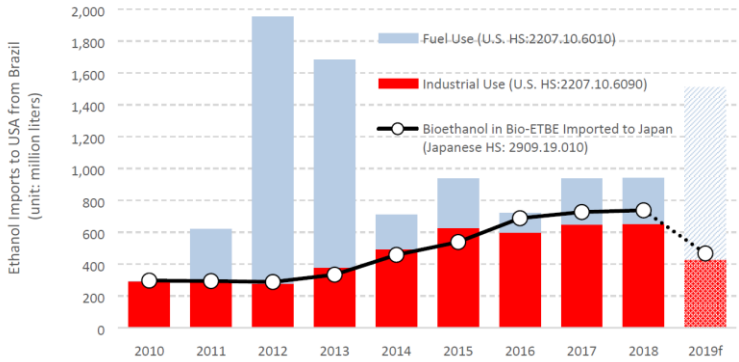


図 4-8　ブラジルからのバイオエタノール輸入量と日本への ETBE 輸出量の関係

出典：USDA, Annual Report Japan (2019) [13]

4.4　ブラジルのバイオエタノール導入状況

4.4-1　バイオエタノールの導入政策

ブラジルのバイオエタノール利用の歴史は長く、1933 年に砂糖・アルコール院（IAA）が設立されたことを契機に、1930 年代から政府の主導によってサトウキビを原料とするバイオエタノール生産が行われていた。この当時、ガソリンへのバイオエタノール 5%混合が義務付けられている。

本格的な利用はアメリカと同じく、1973 年の第一次オイルショック以降、1975 年の「国家アルコール計画」が策定されてからである。政府は、原油輸入を抑制し、ガソリンの代替燃料として、サトウキビから生産されるバイオエタノールの生産拡大および需要促進を目的に、以下の施策を行った。

- バイオエタノール価格の補償（生産者買入および小売価格の固定）
- ガソリンへのバイオエタノールの混合義務
- 国営石油会社ペトロブラス社にバイオエタノールの販売独占と一部流通独占の付与
- 含水エタノール 100%で走るアルコール車およびバイオエタノール価格に対する優遇措置
- 新規増設工場への低利融資

ブラジルではこのような各種補助政策が行われたため、1990 年代前半までは安価なバイオエタノール濃度 92.6%の「アルコール」が無水エタノールとガソリンの混合燃料である「ガソリン[9]」に比して圧倒的に流通した。

1990 年には IAA の廃止および「国家アルコール計画」の終了によって、同国内の砂糖、バイオエタノール市場に対する政府からの規制が大幅に緩和された。並行して各種補助が徐々に撤廃されたため、2000 年以降は「アルコール」と「ガソリン」の利用は全て市場経済に任されている。また、ブラジルは「国家アルコール計画」の当初の政策目的である石油の自給を、2006 年に達成した。

ガソリンに混合するバイオエタノール濃度の義務量（割合）は 1930 年代の 5%を皮切りに徐々に増加していった[33]。2007 年にブラジル政府はガソリンへのバイオエタノール 25%混合を義務づける法規制をスタートさせたが、急激な混合率の引き上げがバイオエタノールの品不足と価格の高騰を引き起こしたため、2010 年には義務量を一時 20%に引き下げた[34]。2012 年には混合率を 20～25%に幅をもたせる改正を行い、2015 年 3 月にはガソリンの国際価格高騰などの影響を軽減すると共に、サトウキビ栽培農家を援助するため、バイオエタノールのブレンド割合を 27%まで引き上げることに決定した[35]。このように、ブラジルにおけるバイオエタノールのブレンド割合はサトウキビの収穫やガソリン市況を鑑みながら推移してきたが、近年は 27%で安定している（図 4-9 参照）。

[9] ブラジルでは 100%ガソリンの自動車用燃料が流通していないため、エタノール混合ガソリンのことを「ガソリン」と呼ぶ

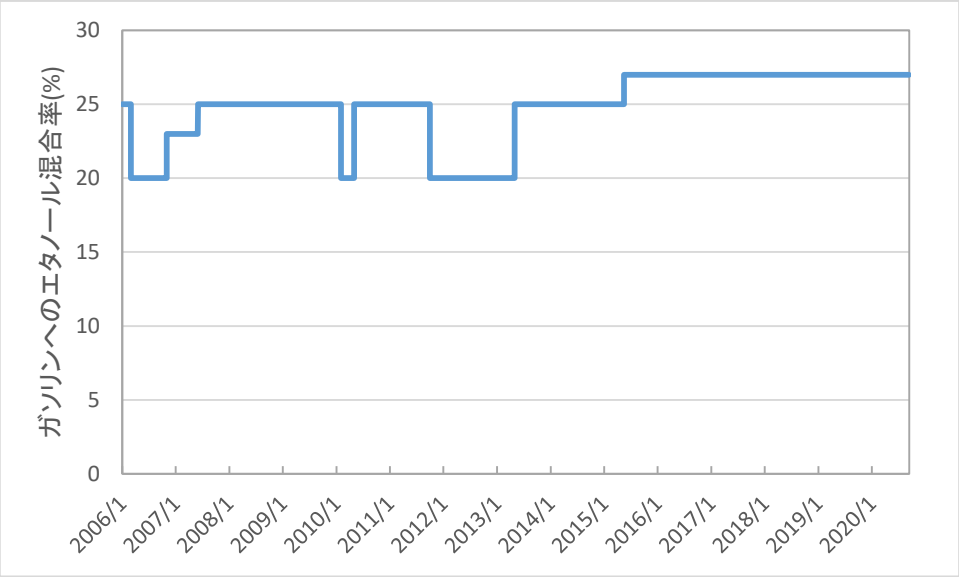


図 4-9　ブラジルのガソリンへのバイオエタノール混合割合推移

出典：USDA, Annual Report Brazil (2019)[36]より IAE 作成

4.4-2　バイオエタノールの需給動向

1970 年代の「国家アルコール計画」では前述の通り含水エタノール 100%で走るアルコール車が普及していたが、その後、原油価格の落ち着きや、原油の自給率の上昇、さらに補助金の減少などによりアルコールのメリットは減り、再びガソリン車の販売が増えていた。

国民の立場で考えると、自動車を購入する際に、エンジンその他周辺部の材質に対して腐食対策が講じられている高価なアルコール車を購入し、安い燃料価格で維持していくか、腐食対策が軽減された比較的安いガソリン車を購入し、高い燃料価格で維持していくかを選択することになっていた。

その後、2003 年から「ガソリン」にも「アルコール」にも対応できるフレックス車（Flexible Fuel Vehicle：FFV）がフォルクスワーゲン、次いでホンダから発売されたことにより、現在では新車登録台数のほとんどがフレックス車で占められている（図 4-10 参照）。

このような自動車の燃料対応に応じて、バイオエタノールの種別（無水・含水）需要は変化している。アルコール車が主流だった 1990 年代後半までは含水エタノールの生産量が圧倒的に多く、2000 年代前半はガソリン車が多くなってきたため、無水エタノールの生産量が増えている。それ以降、フレックス車の普及により、含水エタノールの生産量が伸びている（図 4-11 参照）。2019/2020 年時点での生産量は含水エタノールが約 2,500 万 kL、無水エタノールが約 1,100 万 kL、合計で約 3,600 万 kL となっており、ブラジルは世界第二位のバイオエタノール生産量を誇っている。

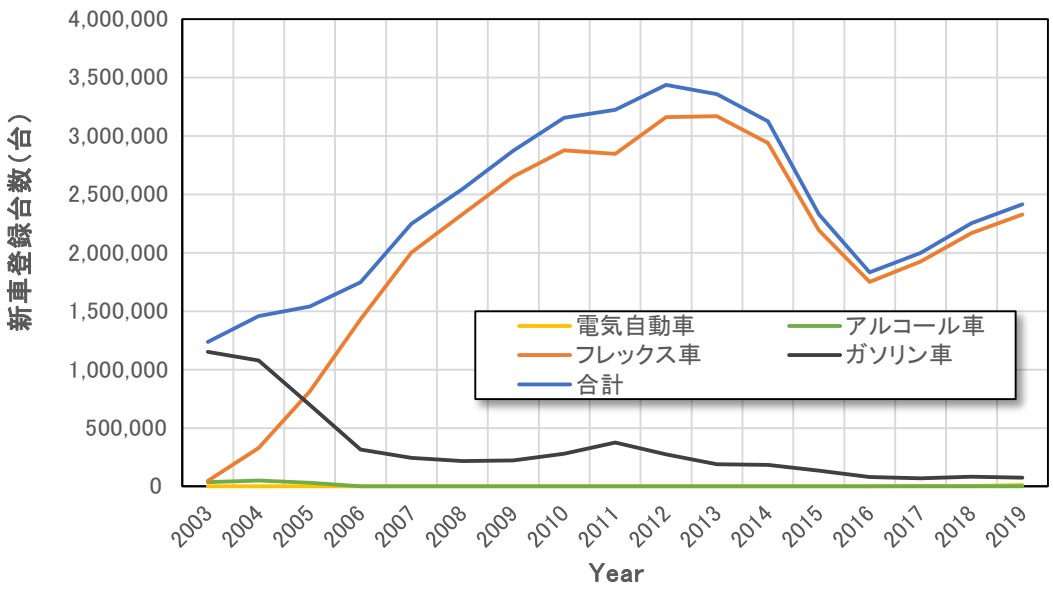


図 4-10　ブラジルの新車登録台数と登録車の対応燃料状況推移

出典：UNICA の統計データ[37] より IAE 作成

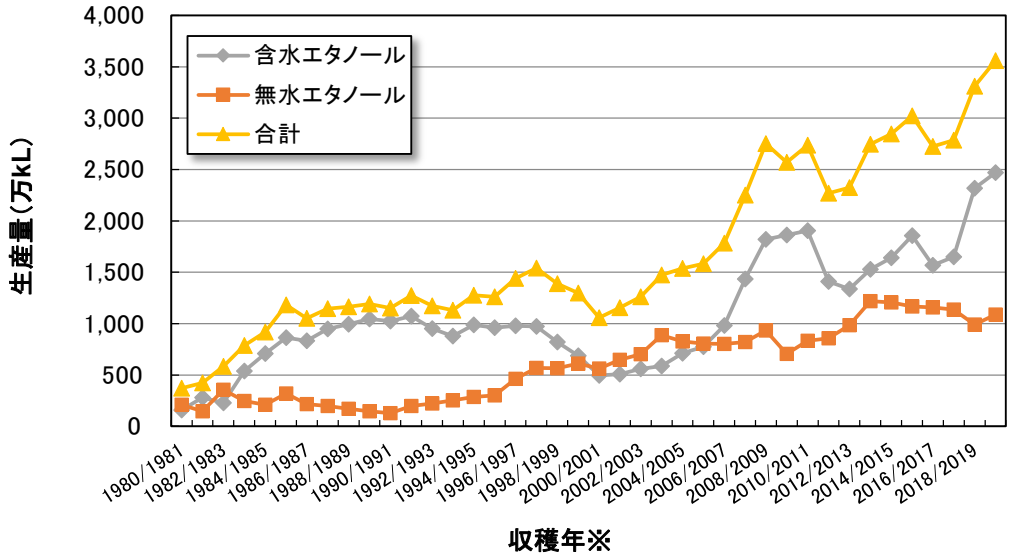


図 4-11　ブラジルの含水エタノール（E100）および無水エタノール（ガソリン混合用）の生産量推移

出典：UNICA の統計データ[37] より IAE 作成

※ブラジル砂糖年度（4 月～翌 3 月）

フレックス車を所有するブラジルの燃料消費者は含水エタノール（E100）もしくはガソリン（現在 E27）を選択できるようになっている。ここで、含水エタノールと E27 ガソリンの価格について比較してみる。図 4-12 に示すように、ブラジルの自動車用燃料価格は含水エタノール、ガソリン共に年々に高くなってきている。含水エタノールの価格については

2010 年に一度大きく高騰しているが、これは後述するバイオエタノール生産量が落ち込んだ時期と一致する。

また、2020 年 7 月時点で含水エタノールの価格 2.47 R$/L に対し、E27 ガソリンの価格は 1.5 倍の 3.8R$/L となっている。E27 ガソリンの発熱量は含水エタノールに対して 1.37 倍であるため、含水エタノールの方が割安である。

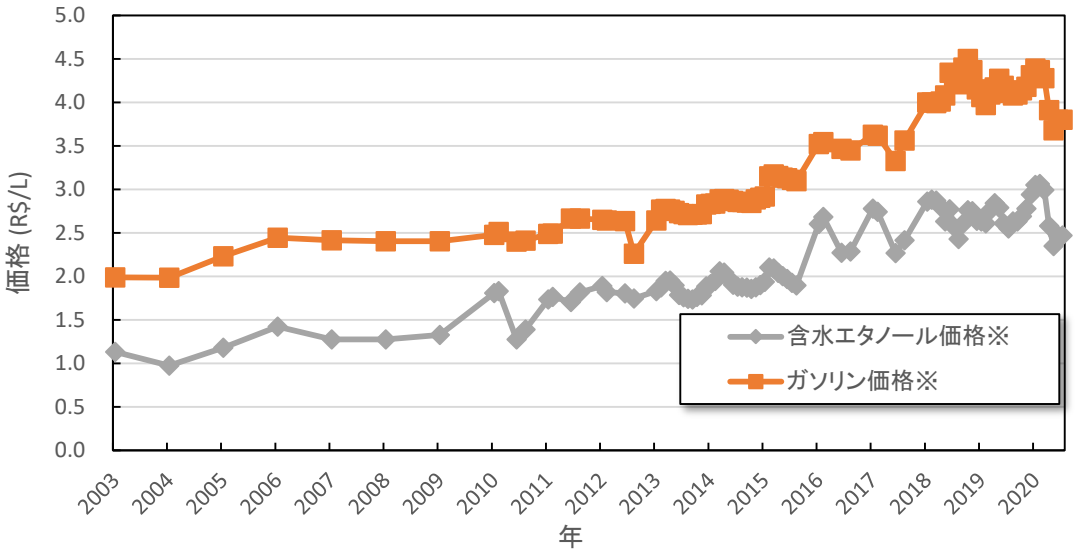


図 4-12　ブラジルの自動車用燃料価格

出典：ANP, UNICA, USDA の統計データ[37]-[39] より IAE 作成

※2020/9/10 時点の参考為替レート 20.0 円/R$[40]

次にブラジルのバイオエタノール輸出入状況を図 4-13 に示す。貿易統計からの情報収集であるため、図 4-7 と比較すると、工業用エタノールも含まれているなど数値が異なることに留意が必要である。ブラジルからはアメリカ、韓国、日本などにバイオエタノールが輸出され、アメリカから同程度の量が輸入されている。

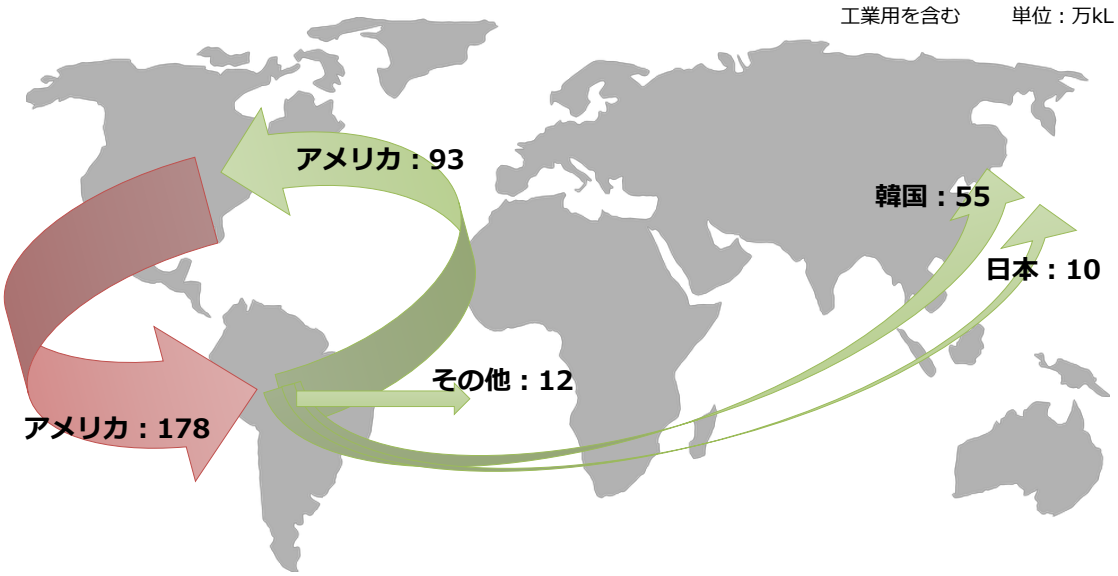


図 4-13　ブラジルのバイオエタノール輸出入状況（2017 年）

出典：USDA 各種レポート[41]と US バイオエタノール Statistics[42]より作成

4.4-3　バイオエタノール導入普及に関わる課題

これまで述べてきたように、ブラジルではバイオエタノールのガソリン混合比が高く、アルコール 100%の自動車用燃料流通、およびフレックス車の普及など、世界の中でも最も導入普及が進んでいる国であると言える。

しかしながら、バイオエタノール原料には食料（砂糖）でもあるサトウキビが用いられている点に課題がある。

ブラジル政府の導入政策やフレックス車の普及によって順調に生産量を伸ばしてきたバイオエタノールの生産は 2012 年頃に一旦落ち込んだ（図 4-11 参照）。その影響もあり、これまで 200～300 万 kL の総輸出量を誇っていたブラジルのバイオエタノールは 2011 年において総量で輸入に転じ、近年も輸入量の方が多くなっている（図 4-14 参照）。バイオマス産業社会ネットワークのバイオマス白書 2013[43]によると、減産の原因として 2008 年の世界金融危機によるプランテーション更新投資の低下を指摘している。また、独立行政法人農畜産業振興機構ではこれに加えて、天候不順、株出し回数の増加、および収穫の機械化について言及している[44]。

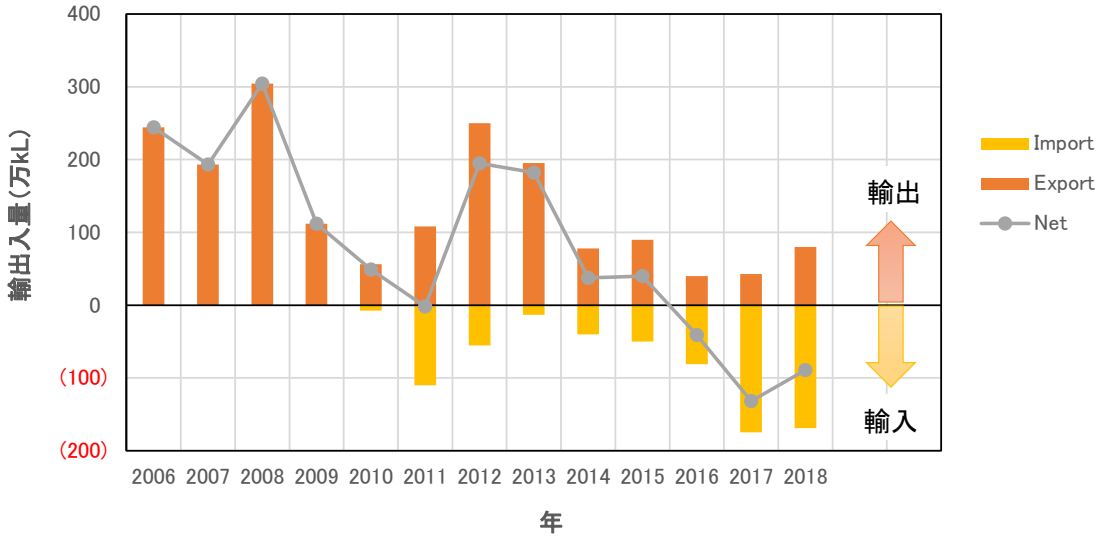


図 4-14　ブラジルのバイオエタノール輸出入動向

出典：USDA, Brazil Biofuels Annual Report (2013) [39] (2018) [45] より IAE 作成

4.5　タイのバイオエタノール導入状況

図 4-15 にアジア主要国のバイオエタノール導入状況を示す。世界の中でも EU に次いで生産量が多かった中国の生産量はここ数年伸び悩んでいる。

一方で、タイとインドの生産量が伸びており、アジア全体の生産量の伸びを支えている。

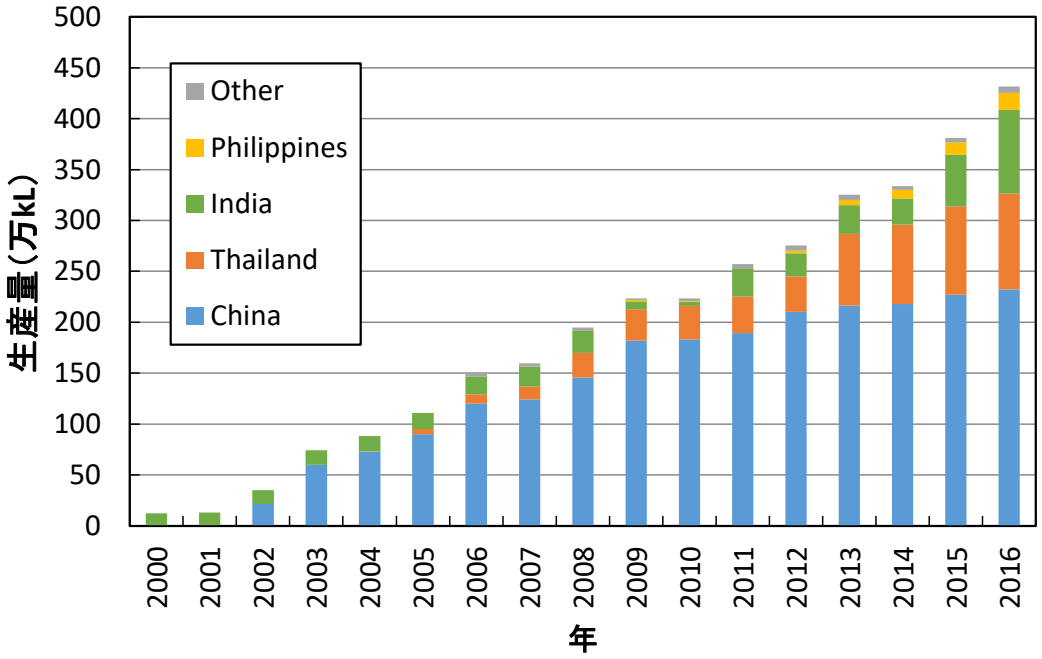


図 4-15　アジア主要国の燃料用バイオエタノール生産量推移

出典：EIA の統計データ[46] より IAE 作成

本節では生産量も伸びており、バイオエタノール導入普及も進んでおりタイに焦点を当てて、その導入状況を解説する。

4.5-1　バイオエタノールの導入政策

国際エネルギー機関（以下、IEA）のエネルギー統計によると、タイの一次エネルギー供給量は、1990 年の 4,200 万 TOE（石油換算 ton）から、2000 年に 7,200 万 TOE、2010 年に 1 億 TOE を超え、2018 年には 1 億 3,400 万 TOE と上昇基調にある（図 4-16 参照）。

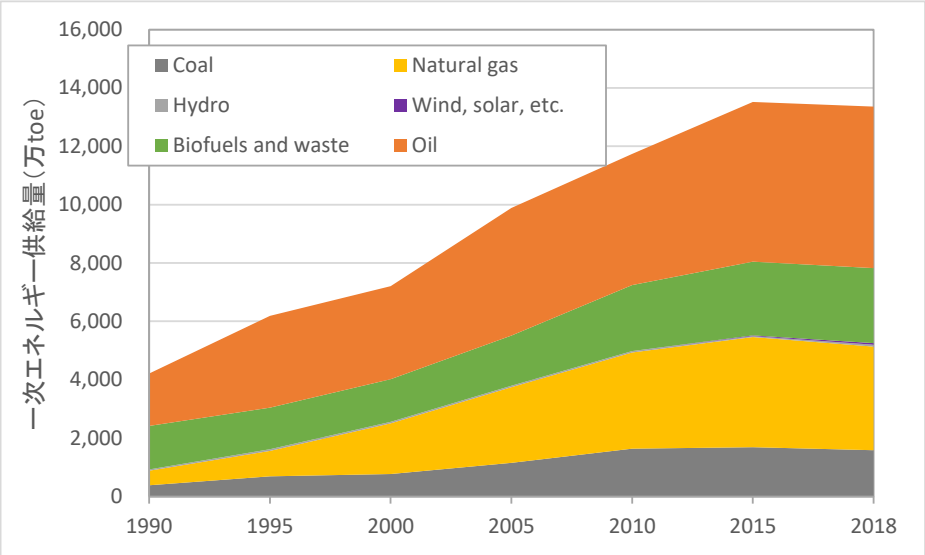


図 4-16　タイの一次エネルギー供給量推移

出典：IEA エネルギー統計[47]より IAE 作成

こうしたエネルギー需要の増加のため、タイではエネルギーを海外からの輸入に頼らざるを得なくなっている。図 4-17 はタイにおける一次エネルギーのバランスを示したものである。一次エネルギー需要の増加に伴って輸入エネルギーの量が増加していることがわかる。タイの国産エネルギーは 2010 年頃まで増加していたが、それ以降頭打ちになっている。こうした状況の中、タイ政府はエネルギーの輸入依存度を可能な限り引き下げるため、輸送セクターの合理化や省エネ、再生可能エネルギーの利用、国内エネルギー資源開発を推進しており、エネルギーセキュリティーはタイにおける重要な政策の一つとなっている。

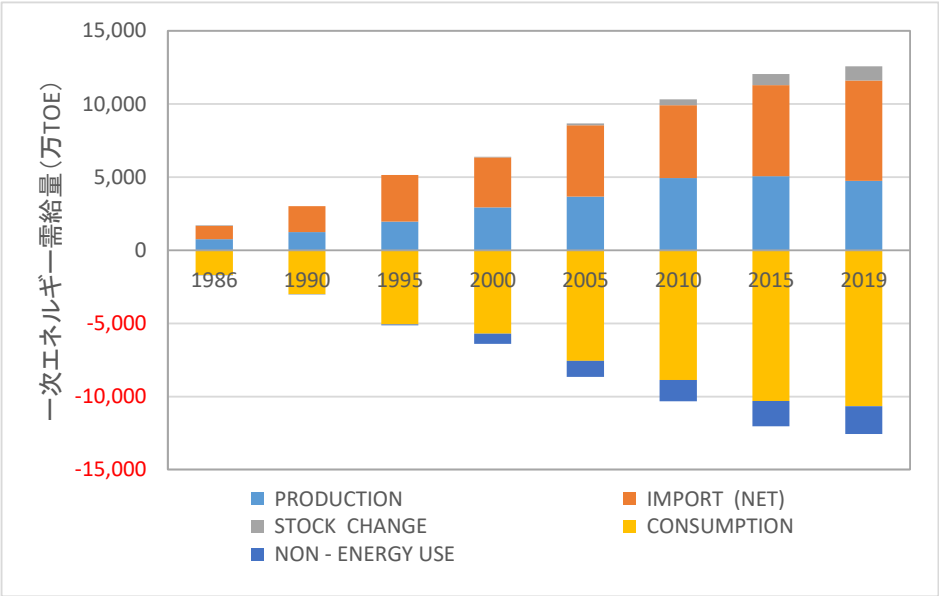


図 4-17　タイの一次エネルギー輸入依存度

出典：EPPO 統計データ[48]より IAE 作成

エネルギー省の Department of Alternative Energy Development and Efficiency（DEDE）は「Alternative Energy Development Plan（AEDP 2012-2021）」の中で 2021 年までにエネルギー消費量の 25%を再生可能エネルギーで賄うという導入目標を設定していた（図 4-18 参照）。

この中でもバイオ燃料については石油の 44%を代替すること、バイオエタノールの導入量は 9ML/day（330 万 kL/年）の目標を設定していた。

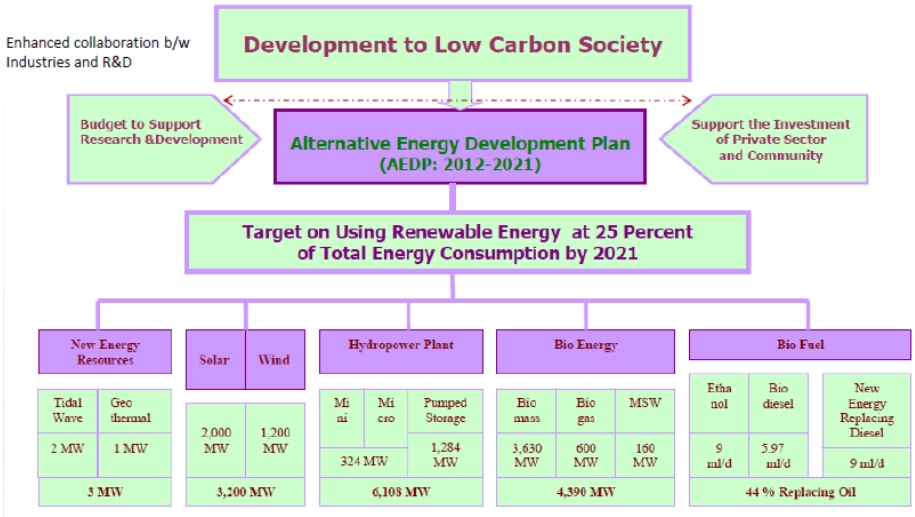


図 4-18　タイの再生可能エネルギー政策

出典：P. Jenvanitpanjakul, Research and Technological Development for Sustainable Biomass Utilization in Asian Countries (2009) [49]

また、2015 年に策定された長期エネルギー見通しでもある AEDP 2015-2036 では 2036 年の目標値としてバイオエタノールの導入量 11.3ML/day（412 万 kL/年）の目標を設定している。

表 4-3　タイのバイオ燃料導入目標

Type of Fuels	Status at end of 2014		Target at 2036	
	M l/d	ktoe	M l/d	ktoe
1. Bio-diesel	2.89	909.28	14.00	4,404.82
2. Ethanol	3.21	872.88	11.30	2,103.50
3. Pyrolysis Oil			0.53	170.87
4. CBG (ton/d)			4,800.00	2,023.24
5. Alternative Fuels*				10.00
Total (ktoe)		1,782.16		8,712.43
Total Fuel Consumption in Transportation		26,801.00		34,798.00
RE share in Transportation Sector (%)		6.65		25.04

* Bio-oil, Hydrogen and Others

出典：Alternative Energy Development Plan: AEDP2015 (2015) [49]

タイにおいてバイオエタノールは、ガソリンに混合され「ガソホール（Gasohol）」として利用されている。国内で流通するバイオエタノールの用途は燃料に限られ、食用への混入を回避するための措置が義務づけられている。なお、輸出用には当該措置の必要はない。

現在流通しているガソホールは、バイオエタノール混合割合に応じて E10（バイオエタノール混合割合 10%）、E20（同 20%）、E85（同 85%）の 3 種類で、このうち主流となっているのは E10 で、E20、E85 はわずかとなっている。E10 にはオクタン価 95（いわゆるハイオク）およびオクタン価 91（いわゆるレギュラー）の 2 種類があるが、E20 および E85 はオクタン価 95 のみとなっている。

4.5-2　バイオエタノールの需給動向

図 4-19 にタイの燃料用バイオエタノール需給量推移を示す。需給量は年々増加しており、バイオエタノールの導入普及が進んでいることが読み取れる。また、輸出入については取り扱いが無く、国内需要をすべて国内生産で賄っている。これは前述のタイのエネルギーセキュリティーとしての位置づけを反映していると推察される。

タイにおけるガソリン代替燃料前述の通り、4 種類のガソホールが流通しているが、オクタン価 91 のレギュラーガソリンについては E10 が一部存在するのみで、バイオエタノール混合が進んでいなかった。このため、タイ政府は 2013 年にバイオエタノール未混合のレギュラーガソリン（オクタン 91）の国内製造を中止した。その結果、バイオエタノール製造量は 2013 年より大きく伸びている[50], [51]。

また、2019 年 11 月の Bangkok Post の記事[49]によると、エネルギー省が 2020 年の早い時期に E20 へのシフトを進めるため、オクタン価 91 の E10 を段階的に廃止することを発表した。

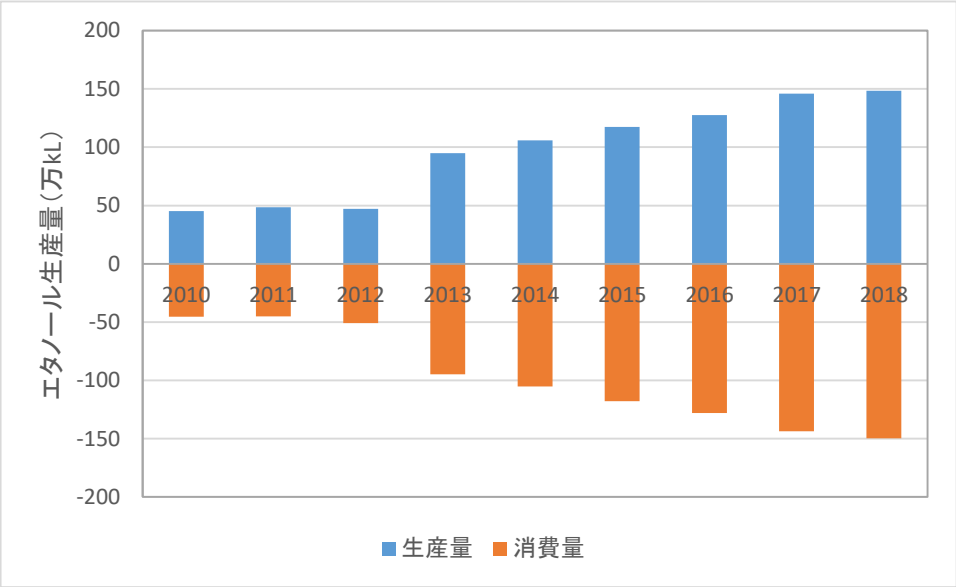


図 4-19　タイの燃料用バイオエタノール需給状況

出典：USDA, Biofuels Annual Thailand (2019) [52] より IAE 作成

各種ガソリン自動車用の燃料の需要量推移を図 4-20 に示す。タイではバイオエタノールは 2004 年から導入が始まり、最初のエタノール混合ガソリンは E10 であった。2008 年 1 月には E20 が導入され同年 10 月には E85 が導入された。

ガソホール全体としては 2004 年の導入から徐々に拡大し、2010 年頃には約 6 割がガソホールとなったが、拡大が一旦停滞した。前述の通り、2013 年にオクタン 91 の製造が中止されると、ガソホールがさらに拡大し、現在ではバイオエタノール未混合のガソリンは全体のわずか 3%となっている。今後、オクタン価 91 の E10（図中 91）が廃止されると、バイオエタノールの需要量は増えていくと考えられる。

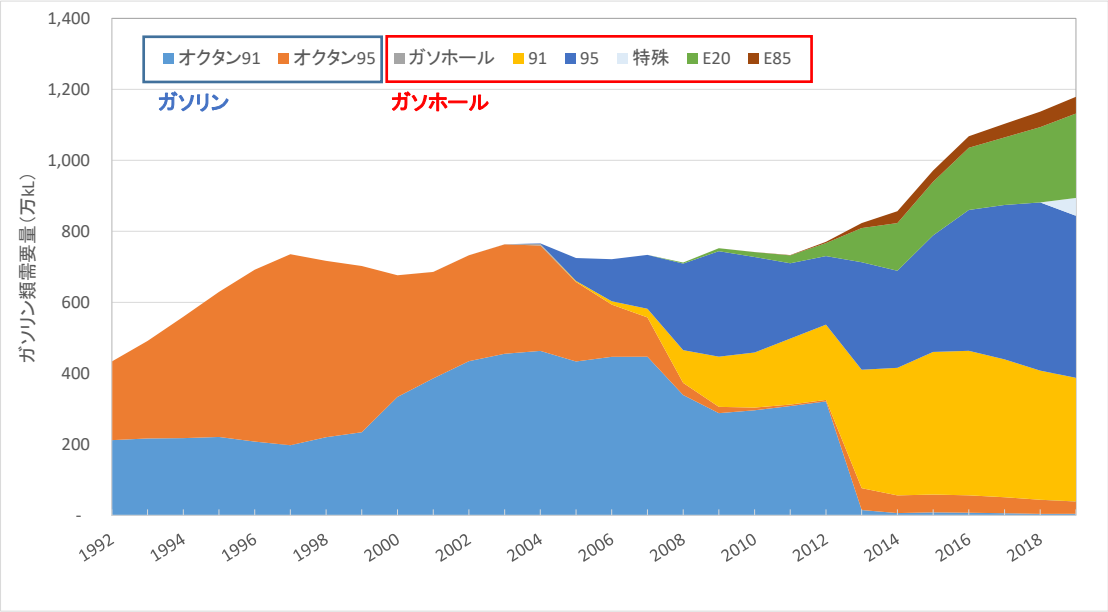


図 4-20　タイのガソリン類燃料需要量推移

出典：EPPO 統計データ[48]より IAE 作成

このようなガソホールの導入普及には政府によるガソリン価格の調整も大きく寄与している。政府はガソホール価格をガソリンの小売価格よりも低くするように価格を体系化している。国営石油基金はガソホールの小売価格を通常のガソリンの小売価格よりも 20～40%安くなるように補助金を提供し、エタノール含有量が高いガソホールはエタノール含有量が低いものよりも安価となっている（図 4-21 参照）。

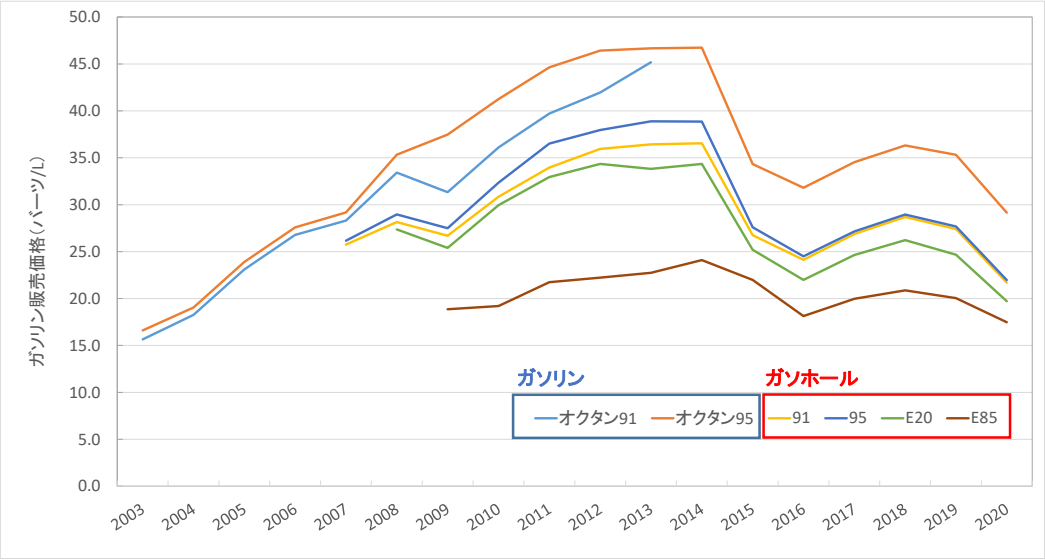


図 4-21　タイのガソリン類燃料価格推移

出典：EPPO 統計データ[48]より IAE 作成

4.5-3　バイオエタノール導入に関わる課題

バイオエタノールの導入量が順調に伸びているタイであるが、AEDP 2012-2021 で示した 2021 年の導入目標を達成するためには、さらなる生産量の増加が必要となっている。図 4-22 にタイにおけるバイオエタノールの生産能力と設備の稼働率推移を 2021 年の導入目標量と比較して示す。2021 年の目標を達成するためには 2018 年の生産能力に対して 1.7 倍、生産量実績に対して 2.2 倍が必要となっている。現在の設備の利用率が 80%であるため、この差分は新規の設備導入が必要となる。

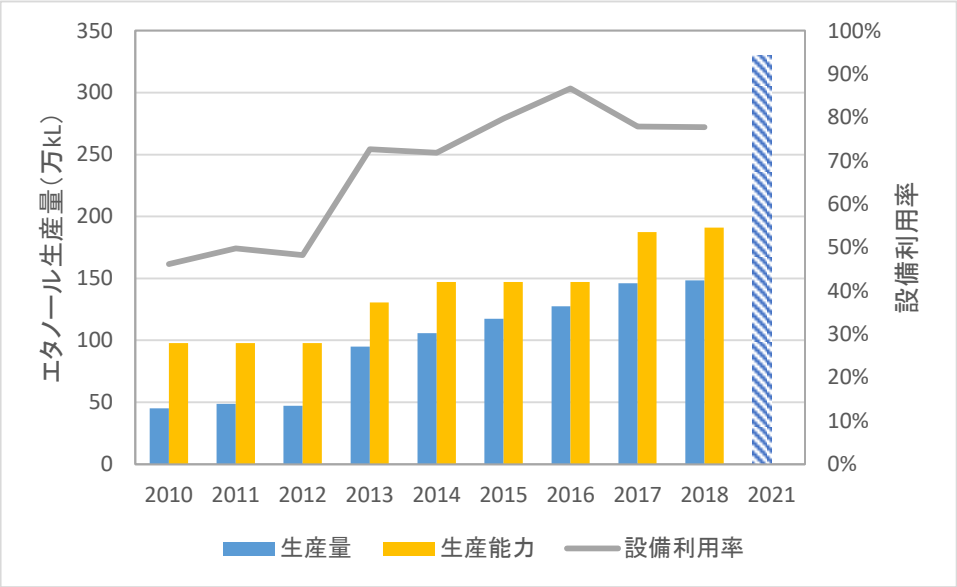


図 4-22　タイのバイオエタノール設備稼働状況

出典：USDA, Biofuels Annual Thailand (2019) [52] より IAE 作成

一方で、バイオエタノールの原料作物について見ると、サトウキビおよびキャッサバの収穫面積や単収はこの 10 年程度の範囲で安定している。今後大きな収穫量の増加は見込めないが、これらの作物の内、エタノールに利用されている割合を概算すると、サトウキビで1%以下、キャッサバで数%～10%程度であること、バイオエタノールの原料として最も多く利用されているものは砂糖の副産物である廃糖蜜であるため、原料の問題はあまり無いと考えられる。

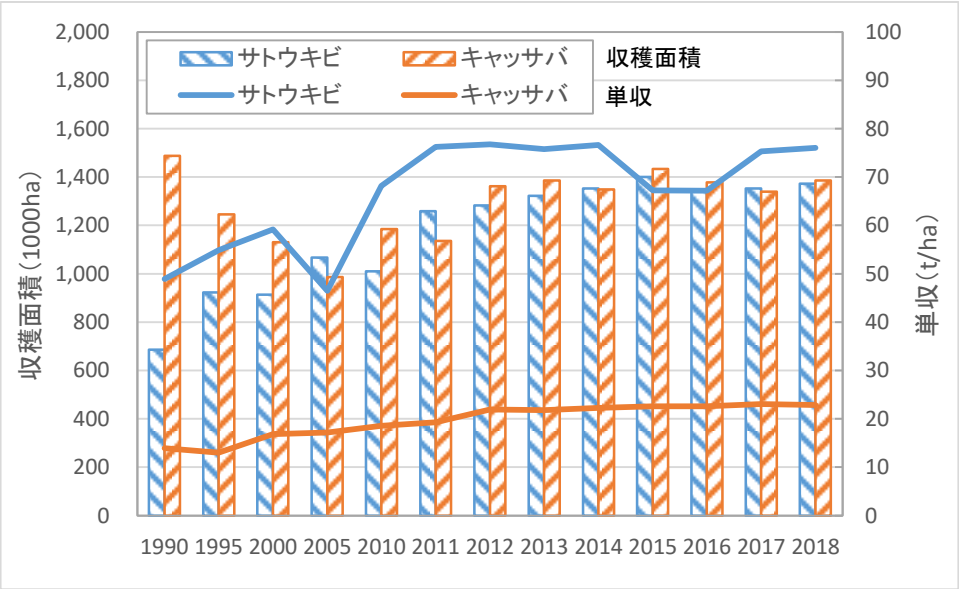


図 4-23　タイの農作物生産状況

出典：FAOSTAT[53]より IAE 作成

4.6　世界の第二世代バイオエタノール開発状況

現在、欧米を中心にいくつかの第二世代バイオエタノール生産工場が建設中もしくは稼働中である。表 4-4 は 2015 年に NEDO が実施した調査報告書の中から規模、原料などの情報が得られたいくつかの商業プラントについてまとめた表である。

表 4-4　商業化プラントの例

企業	生産規模（kL/yr）	原料	前処理
Abengoa Bioenergy Biomass of Kansas, LLC (ABBK)	90,000	コーンストーバー スイッチグラス、麦わら	酸処理＋蒸気爆砕処理
DuPont USA	110,000	コーンストーバー	アンモニア処理
POET-DSM Advanced Biofuels, LLC	100,000	コーンストーバー、コーンコブ	蒸気爆砕処理
ZeaChem	1,000	木質バイオマス	蒸気爆砕処理
Centro de Tecnologia Canavieira (CTC)	3,000	バガス	蒸気爆砕処理
GranBio	82,000	バガス、麦わら	蒸気爆砕処理
Raizen/Iogen	40,000	バガス、わら	希硫酸処理
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH	6,000	麦わら、コーンストーバー	蒸気爆砕処理
Beta Renewables	76,000	麦わら、稲わら	蒸気爆砕処理
Long Live 山東龍力生物科技	5,000	コーンコブ	不明

生産規模の特徴としては数万 kL/年の生産量である工場が多いことにある。以前は工場の規模が大きいほど収益性が改善するとして、10 万 kL/年以上の生産工場を模索する動きが多かったが、事業性や収益性は収集できるバイオマスの量に依存するので、工場のサイズはこの原料の収集規模に依存する傾向にある。

また、これらのプラントの内、以下のものは計画の中断を確認している。

- Abengoa Bioenergy：2015 年に本体の経営悪化により中断
- DuPont：2018 年 11 月に Verbio に売却された
- ZeaChem：IEA の Task39 によると 2015 年以降活動の様子が見られない

第二世代バイオエタノール生産工場の最新情報については IEA の Task39[54]にデータベースがまとめられている。

4 割のプラントが運転中で 2 割のプラントが計画中もしくは建設中であり、今後の第二世代バイオエタノールの開発も期待される。

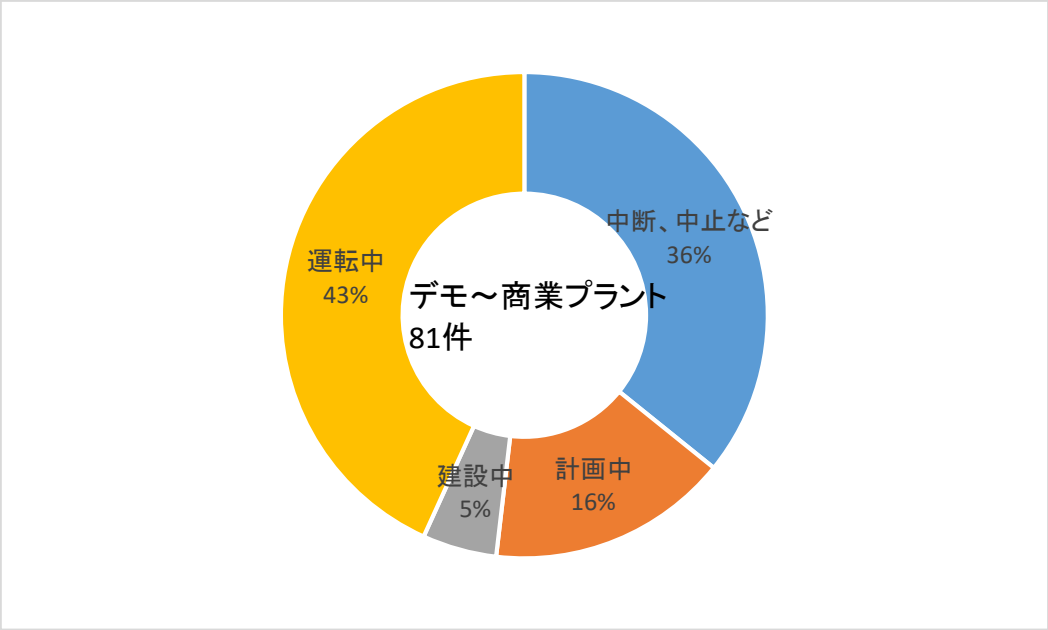


図 4-24　世界の第二世代バイオエタノールプラント稼働状況

出典：IEA bioenergy Task 39, Commercializing liquid biofuels from biomass[54]

第5章　第一世代バイオエタノールの食物競合に関する議論の整理

これまで述べてきたように、世界のバイオエタノール生産量の内、アメリカとブラジルの生産量が大半を占めており、それらの原料を考えると、トウモロコシもしくはサトウキビである。

これらの原料は、直接食べたり、加工したり、飼料として利用され肉に変わったりと、様々な形で、我々の食料[10]になっているため、燃料としての利用が問題視されてきた。

本章では従来指摘されていた食物競合の問題点とそれらの現状を比較・整理する。

5.1　食料競合の問題点整理

バイオ燃料と食料との競合とは、バイオ燃料需要の増加に伴い、①農産物のバイオ燃料仕向け量が増加することで、食用・飼料用・加工用仕向け量が減少するという農産物需要における競合、②バイオエネルギー向け農産物増産に伴う食料生産要素（土地、水、肥料、農薬、農業機械、労働力等）の競合が考えられる（図 5-1 参照）。

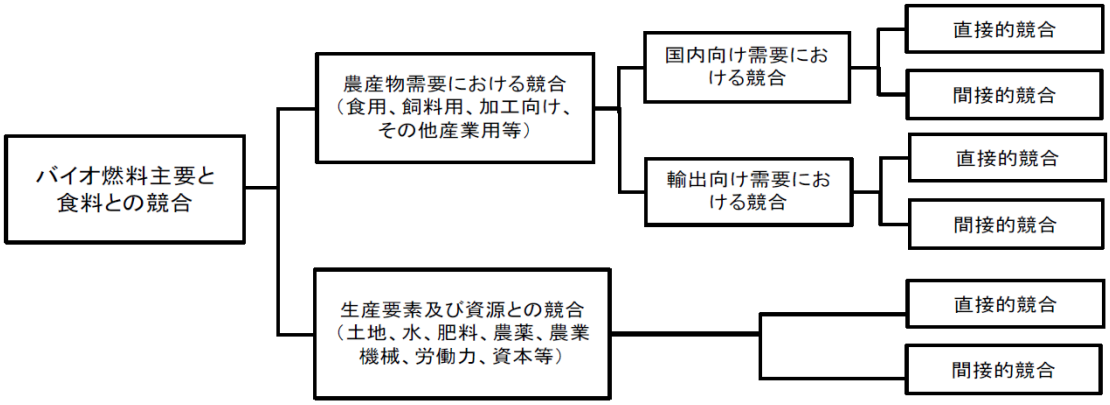


図 5-1　バイオ燃料と食料との競合の概念

出典：小泉達治，バイオ燃料と食料需給（2016）[55]

①については食料価格や食料供給量の問題として議論されており、②については直接的土地利用変化や EU で議論されている間接的土地利用変化が指摘されている。

5.1-1　食料価格の上昇

異常気象による減収、世界人口の増加と新興国での需要増加などの影響で穀物価格が上昇し、世界各国の消費者に影響が出ていた。これに加えて食料をエネルギーに仕向けることが価格上昇に拍車をかけるという問題が指摘されていた（図 5-2 参照）。

[10] バイオ燃料の“食糧”競合などと言われることもあるが、“食糧”は基本的に主食のこと、“食料”は主食も含めた全般を指す。トウモロコシは主に飼料、サトウキビも砂糖であり、両方とも主食として消費されることは少ないため、本レポートではすべて“食料”として記載する。

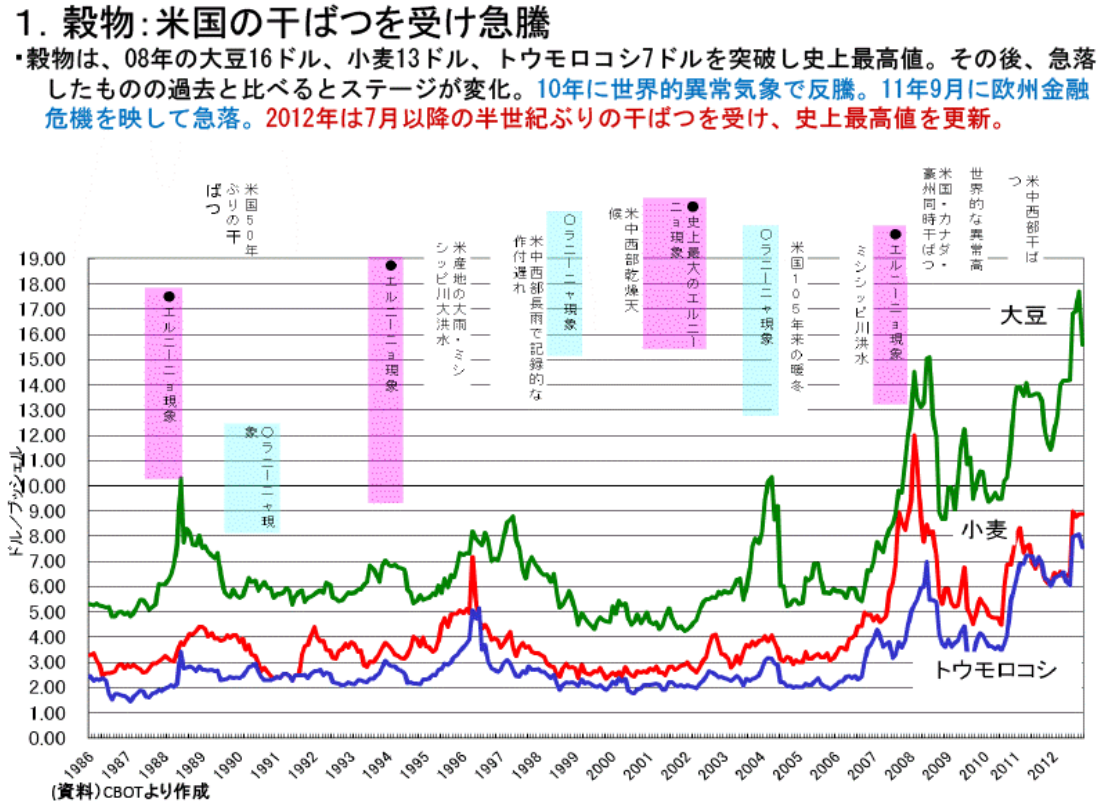


図 5-2　穀物価格の推移

出典：柴田明夫，逼迫する世界食糧市場にどう対応するか（2013）[56]

2007 年末には食糧の権利に関する国連の特別報告者である Jean Ziegler が、バイオ燃料を生産するために作物の使用を増加させることを「人道に対する犯罪」と呼んだ[57]。記事の中ではバイオ燃料の生産量増加が作物の価格を記録的なレベルに押し上げたと説明している。

2008 年には世界銀行の機密レポートにおいて、バイオ燃料は食糧価格の上昇の 75%について責任があるという分析結果が報じられた[58]。

このように、アメリカで RFS が制定され、バイオエタノールの生産量が増加した 2007 年から 2008 年にかけて干ばつが起こってトウモロコシを含む各種穀物の価格が上昇した。さらに、2012 年にもアメリカでは干ばつが起こり、図 5-2 のようなグラフと共にバイオ燃料政策への批判が起こった。

我が国においても輸入している配合飼料の価格が 2006 以降上昇した原因をエタノール生産量増加によるものと述べていた（図 5-3）。

（４）配合飼料価格の動向

① 配合飼料価格は、飼料メーカーが自由な競争の下で、飼料穀物の国際相場、海上運賃（フレート）や為替レート等の動向を反映して形成。

② 18年秋以降の配合飼料価格（全畜種平均）は、主原料であるとうもろこしの国際価格（シカゴ相場）が燃料用エタノール生産向け需要の増加により上昇したこと等から、19年１月のトン当たり約50千円から、20年11月には約68千円まで上昇。

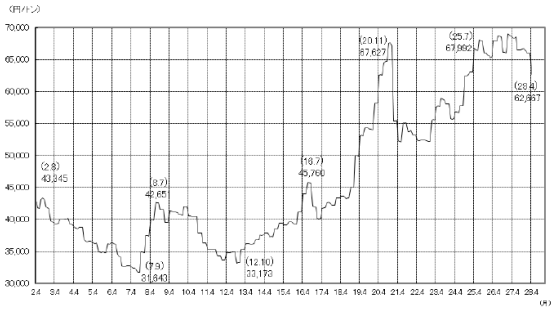
③ その後、とうもろこしの国際価格や海上運賃が大幅に下落したこと等から、21年４月には約52千円まで下落したが、22年夏以降、とうもろこしの国際価格の影響等により配合飼料価格は再び上昇基調で推移。

④ 24年６月以降は、とうもろこしの国際価格が高水準で推移したことや、同年11月中旬以降は円安の進展等から、27年1月には約69千円まで上昇。

⑤ とうもろこしの国際価格が、３年連続の米国産の豊作や世界的に豊富な在庫等により低水準で推移していることや、海上運賃も低水準で推移していること、為替が円高で推移したことから、28年４月は約63千円まで低下。

⑥ 配合飼料価格の上昇に対しては、配合飼料価格安定制度（P.17参照）による補塡金の交付により、畜産経営への影響を緩和。

○ 配合飼料価格の推移



資料：生産局畜産部飼料課「流通飼料価格等実態調査」
注：配合飼料価格は、バラ及び袋物の全畜種の加重平均価格である。

図 5-3　我が国の配合飼料価格の動向

出典：農水省，飼料をめぐる情勢（2016）[59]

5.1-2　世界の食料事情

FAO によると、現在 8 億人以上（全人口の 10%程度）の人々が飢餓で苦しんでいる（図 5-4）。さらに穀物価格の上昇により、店頭に食料が並んでいるにも関わらず、貧困のため食料を手に入れられない地域も増え、食料不足が深刻化してきている。

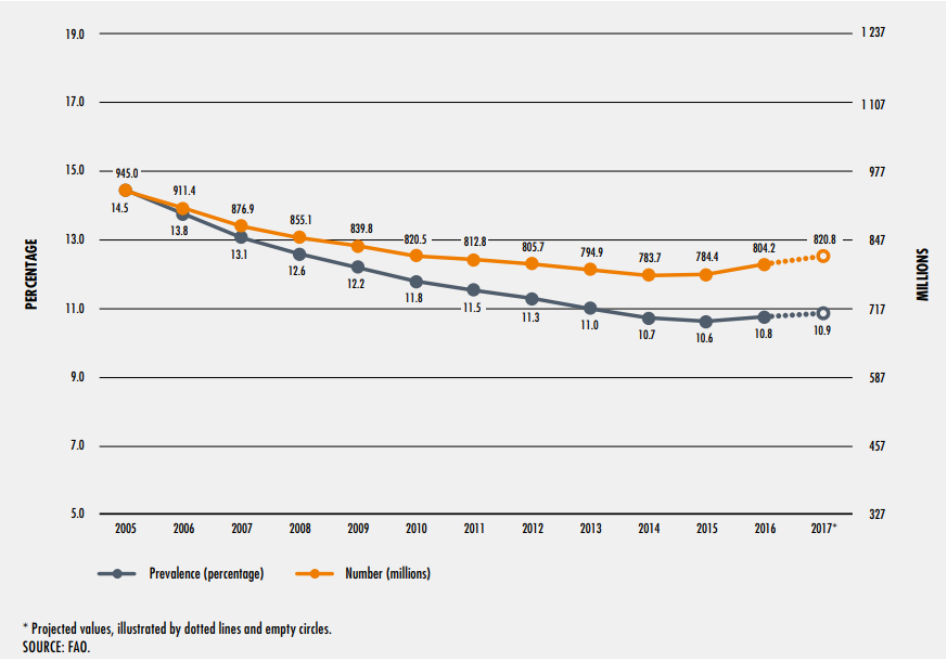


図 5-4　世界の栄養不足の人数とその割合推移

出典：FAO, The State of Food Security and Nutrition in the World (2018) [60]

世界の穀物自給率は農林水産省と国連食料農業機関(FAO)のデータによると、先進国ではアメリカやフランスが 100%を超えているが、その他の多くの国は輸入に頼らざるを得ない。

表 5-1　先進国の食料自給率

（単位：%）

	年	穀類	穀類内訳			いも類	豆類	野菜類	果実類	肉類	卵類	牛乳・乳製品	魚介類	砂糖類	油脂類
			食用穀物	うち小麦	粗粒穀物										
アメリカ	2017	119	148	148	115	103	193	87	73	113	103	112	65	75	91
カナダ	2017	178	284	297	124	159	312	61	22	139	95	101	88	11	287
ドイツ	2017	112	121	131	99	121	16	46	27	112	72	118	27	154	98
スペイン	2017	53	53	47	54	66	13	191	137	140	114	84	59	41	65
フランス	2017	170	172	187	167	136	84	72	62	100	99	118	29	222	90
イタリア	2017	63	73	62	53	57	42	146	108	74	97	81	17	18	35
オランダ	2017	9	13	15	5	202	0	328	38	228	192	203	65	159	61
スウェーデン	2017	132	121	124	155	87	109	37	5	71	96	91	69	95	22
イギリス	2017	94	92	97	98	90	46	46	10	72	91	90	55	58	50
スイス	2017	44	41	43	48	96	38	52	40	84	62	103	3	74	39
オーストラリア	2017	345	375	402	300	85	512	92	99	148	100	130	33	359	102
日本	2017	28	60	14	1	74	9	79	40	52	96	60	52	32	13
	2018	28	60	12	1	73	7	78	38	51	96	59	55	34	13
	2019	28	63	16	1	73	7	79	38	52	96	59	52	34	13

（資料）農林水産省「食料需給表」、FAO"Food Balance Sheets"を基に農林水産省で試算した。
（注）1．穀類のうち、米については玄米に換算している。
2．食用穀物とは、小麦、らい麦、米及びその他の食用穀物（日本はそばを含む）の合計である。
3．粗粒穀物とは、大麦、オート麦、とうもろこし、ソルガム、ミレット及びその他の雑穀（日本は裸麦を含む）の合計である。
4．牛乳・乳製品については、生乳換算によるものであり、バターを含んでいる。
5．魚介類については、飼肥料も含む魚介類全体についての自給率である。

出典：農林水産省，世界の食料自給率[61]

以上の点から、世界では食料が不足している地域があるにも関わらず、食料をエネルギーに仕向けるということへの抵抗感があり、前述の食料価格の上昇も含めて、途上国や貧困層などが食料を手に入れられなくなることへの懸念が第一世代バイオ燃料への批判につながっていた。

5.1-3　土地利用変化

直接的土地利用変化とは、森林、草地などがバイオマス燃料作物の生産のために農地に変化すること、間接的土地利用変化とは、バイオマス燃料用作物の生産により当該土地で従来生産されていた作物等が、別の土地で生産されることに伴う土地転換を指す（図 5-5）。

EU は、EU-RED Ⅱにより、食用のバイオマスのうち、特に間接的土地利用変化による GHG の排出が大きいバイオマス種を、段階的に廃止する規定を設けている。

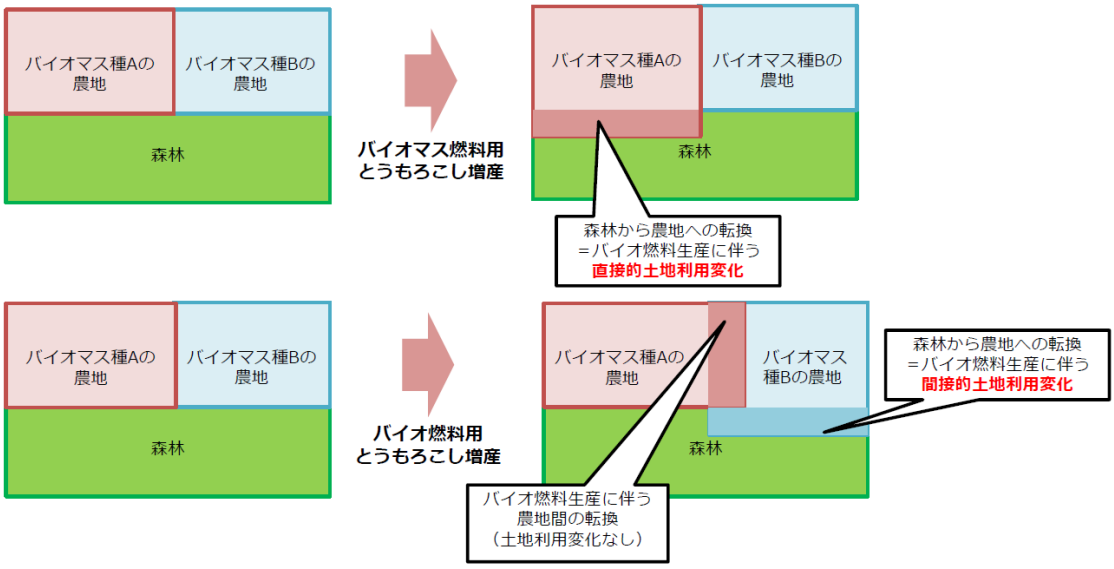


図 5-5　直接的土地利用変化と間接的土地利用変化のイメージ図

出典：資源エネルギー庁，バイオマス発電燃料の食料競合について（2020）[62]

5.2　指摘された問題点に対する現状

バイオ燃料の食料競合が批判された 2008 年および 2012 年頃から時間も経過し、バイオ燃料の生産量と食料価格の関係などが明らかになってきた。

資源エネルギー庁は2020年8月のバイオマス持続可能性ワーキンググループ[62]において、バイオマス燃料の食料競合に関する先行議論を以下の通り整理している。

- 世界的な生産量が増加したバイオマス燃料に関する食料競合については、先行する欧米においても議論がなされているが、現時点で、世界共通の統一的な判断基準は存在しない状況。
- そうした中で、数少ない先行事例である EU においては、食料競合などの懸念から、①食用のバイオマス種、②その中でも間接的土地利用変化の影響が大きいバイオマス種の利用について制限を課している。
- また、食料などに関する国際機関における検討状況を確認したところ、現時点において、食料競合の懸念の観点から個別品目について報告するレポートは確認されていない。

以降、「5.1　食料競合の問題点整理」で述べた問題点に対する現状を述べる。

5.2-1　食料価格の上昇

アメリカ穀物協会は 2016 年 5 月 18 日にホテルオークラ東京にて「バイオエタノールの環境・経済・社会的貢献」と題したワークショップを開催し、米国産トウモロコシバイオエタノールの温室ガス排出削減効果やバイオエタノールの環境面、経済面、社会面での貢献についての講演が行われた[63]。

当該ワークショップの中で、国連のジェラード・J・オストハイマー博士は「食料対燃料」の障壁は、バイオエネルギーが持続可能ではないという固定観念や食料と燃料の関係についての誤解から生じていると述べた。2008 年当時、石油をはじめ、様々な金属、農業資材、農作物にいたるまで価格が急騰した時期にエタノールの生産も増えたことから限られたデータに基づいた統計分析から穀物の価格高騰とエタノールの生産が相関づけられたことを原因として分析している。

また、オストハイマー博士は、別のインタビュー[64]の中で、以下のように述べている。“世界の全穀物生産量の中で、エタノール生産に占める割合は 3%前後にすぎない。そして食物価格の高騰と燃料に相関関係はない。穀物価格は 2008 年まで上昇したが、そこで天井をうち今ではどの作物も横ばい下落傾向にある。それは世界的なインフレ基調からデフレへの転換、そして食糧増産の効果によるものだという。”（図 5-6 参照）

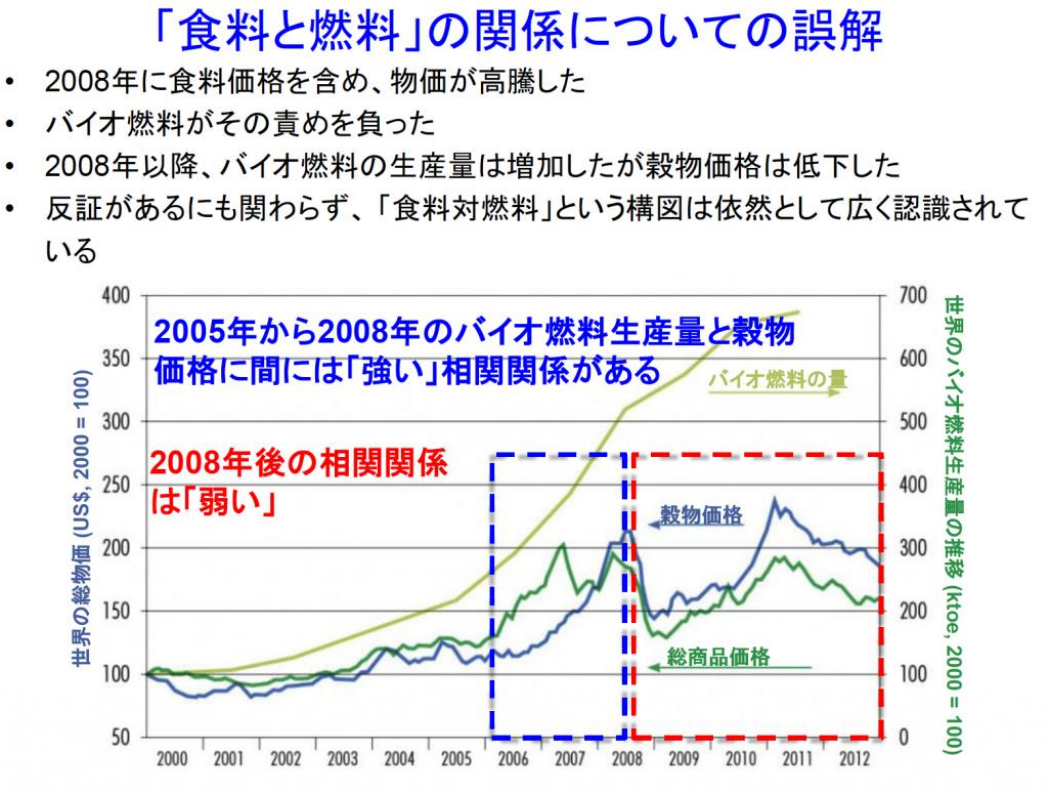


図 5-6　食糧価格とバイオ燃料

出典：石井孝明，バイオエタノール食糧不足と関係ない？-米国販売意欲（2016）[64]

また、「5.1　食料競合の問題点整理」において配合飼料の価格高騰をバイオエタノール生産と関連付けていた農林水産省においても、図 5-7 の通り、近年トウモロコシの価格が低下していることを明言している。

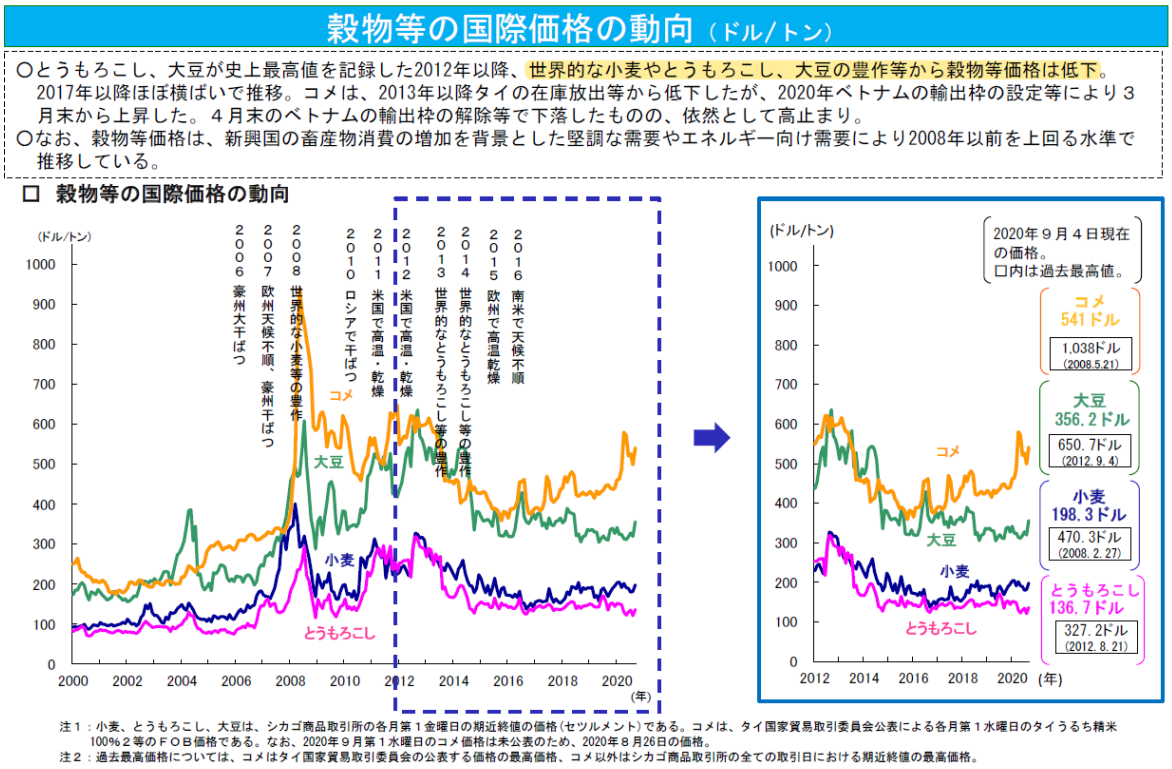


図 5-7　穀物等の国際価格の動向

出典：農水省，世界の穀物需給及び価格の推移[56]

バイオ燃料が食料価格の上昇に与えた影響は、「5.1　食料競合の問題点整理」において述べた世界銀行の機密レポートの 75%といった数値よりもはるかに小さいことは、国連食糧農業機関（FAO）の「食糧と農業の状況 2008 年」というレポート[65]ですでに示されていた。報告書によると、バイオ燃料の生産は世界の食糧価格を 15%だけ押し上げたという[66]。

ただし、これはすべての作物、すべての農業政策に当てはまるわけではない。図 5-8 にアメリカのトウモロコシとブラジルのサトウキビの生産者価格推移を示す。トウモロコシは 2012 年に 1995 年の約 2 倍まで生産者価格が上昇したが、それ以外では長期に渡って価格が安定している。

一方ブラジルのサトウキビは単調に生産者価格が増加し、近年では 1995 年の 5 倍程度まで上昇した。これを一概にバイオ燃料生産量増加の影響と述べることはできず、後に述べる単収や収穫面積など農業生産手法も影響していると考えられるが、食料価格に影響を与えるバイオ燃料の生産は避けるべきである。

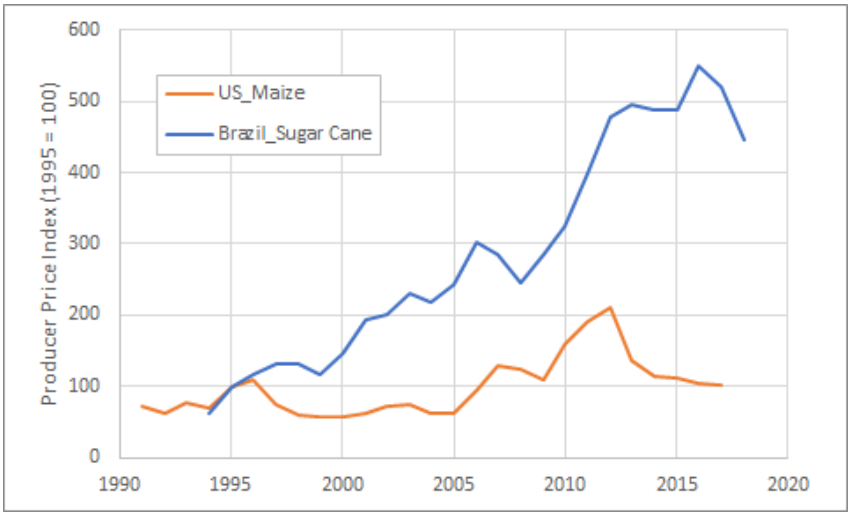


図 5-8　アメリカのトウモロコシとブラジルのサトウキビの生産者価格インデックス（1995 年＝100 とする）の推移

出典：FAOSTAT[53]

5.2-2　世界の食料事情

世界の食料事情に対し、バイオエタノールの生産がどのような影響を及ぼすかについては複雑な解析が必要となる。

FAO はバイオエネルギーと食料の関係についてはバイオ燃料、食料価格の上昇、および食料安全保障の間のリンクの分析が必要であると述べている[67]（図 5-9 参照）。

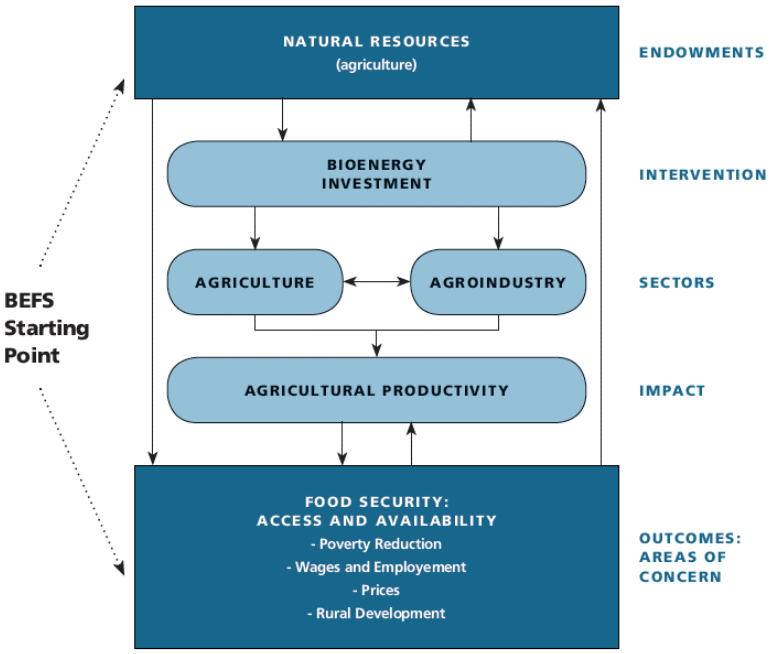


図 5-9　バイオエネルギーと食料安全保障の分析

出典：FAO, Bioenergy and Food Security (2010) [67]

元東京大学准教授の川島博之氏（現在はベトナムのビングループ主席経済顧問）は 2012 年に国立環境研究所が行った食料問題セミナー[68]において以下の主張を述べている。

(1) 人口増加について

- 人口が爆発したのは 20 世紀。これからは少子化（年金のパンクと老人医療費）のほうが大きな問題。実際の将来の人口は、「中位推計（World_M）」と「低位推計（World_L）」のあいだくらいになるのでは、と予想する（図 5-10 参照）。
- アフリカ以外は人口が減るだろう。インドや中国も同じ。BRICs では、経済成長によって少子化が進む。農村では子だくさんだが、都会では子供が少ない（経済発展→都会へ人口流出）。
- アフリカでは人口が増えるだろう。南北アフリカで 10 億人程度、今後 50 年で 2 倍程度になる見込みだが、世界全体の人口の伸びに与える影響は大きくない。

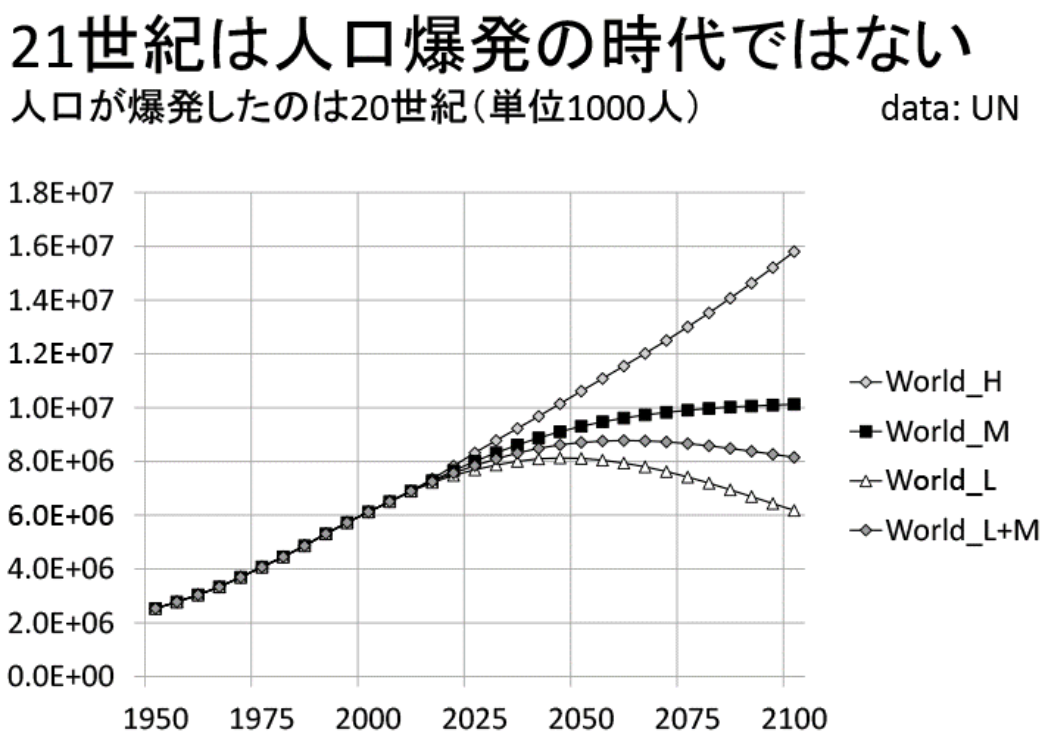


図 5-10　人口の将来予測

出典：川島博之，世界の食料生産とバイオマスエネルギー（2012）[68]

(2) 食料生産における単収について

- 1950 年以降、空中の窒素を固定する技術（ハーバーボッシュ法）の開発により、窒素肥料を大量に生産できるようになった。これにより単収増加（図 5-11 参照）。
- 食料危機はほとんどすべて戦争の問題。食料危機は平和の時には起きない。対策をとることが可能。

- この 50 年で単収は 5 倍くらいに増えた。人類は、ずっと悩んできた食料不足の問題を、1950 年頃には解決した、と言っていい。

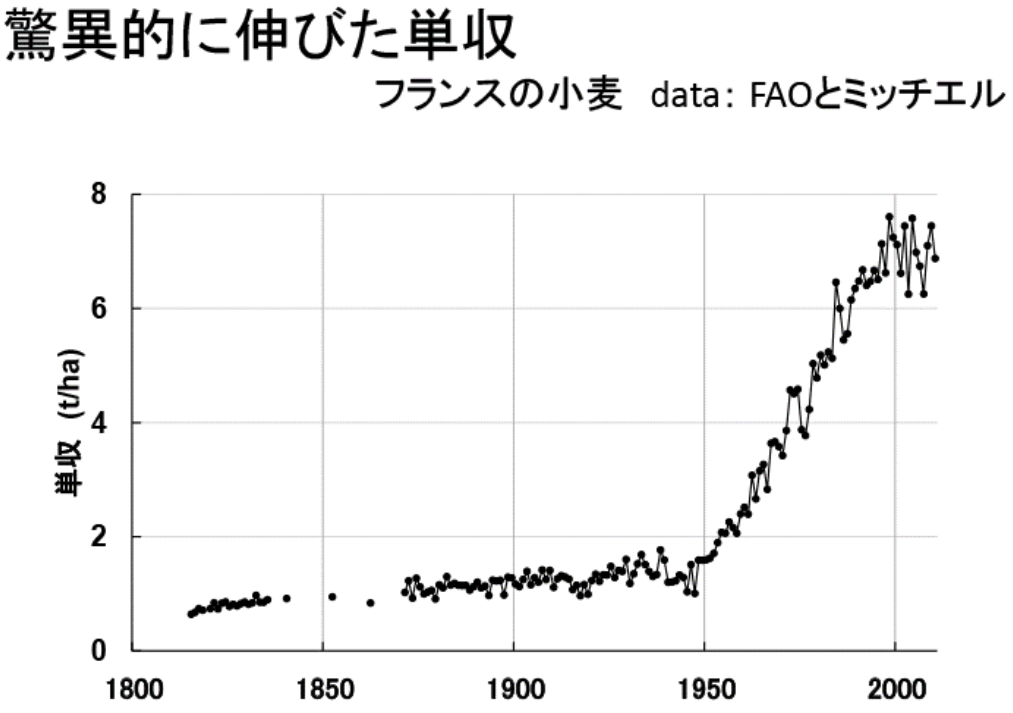


図 5-11　単収の推移

出典：川島博之，世界の食料生産とバイオマスエネルギー（2012）[68]

(3) <u>食料用農地について</u>

- 世界の農地の分布。農地は旧大陸を中心に分布している。アメリカでは、人が住んでいないところに農地がある。ブラジルでも、人が住んでいないところに農地がある。ブラジルでは、農地を伸ばす余力がおおいにある（アメリカ以上）。アメリカは穀物市場でアドバンテージを持っているが、将来的にはブラジルがライバルになるとみている（図 5-12 参照）。
- アフリカには農地があまりない。ソマリア、チャド、スーダンでは人々が飢えている（300 万人程度）。が、それは内戦の問題が大きい。欧米で「フードクライシス」というと、内戦による食料難の問題、を指すことが多い。

世界の農地の分布、少ない農地で多くの人口を支えるアジア
（農地と穀物単収の分布）Kawashima & Okamoto (1999)

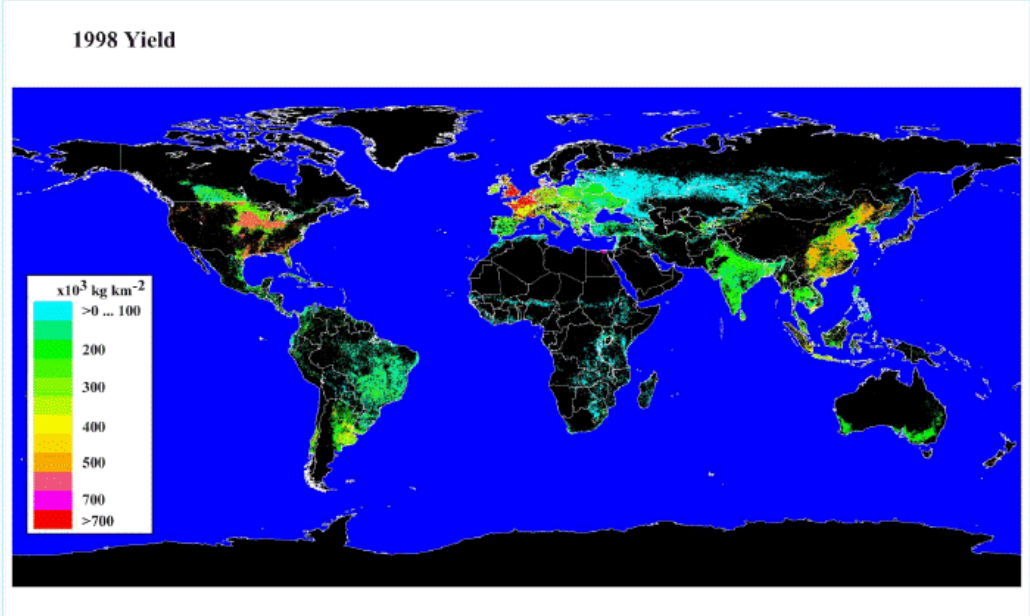


図 5-12　農地と穀物単収の分布

出典：川島博之，世界の食料生産とバイオマスエネルギー（2012）[68]

また、前述のアメリカ穀物協会主催のワークショップ[63]においてオストハイマー博士は単収の増加と農業技術への投資の関係について以下のように述べている。

“2016 年現在では、トウモロコシの単収は 1 エーカーあたり約 160 ブッシェルであるが、途上国では、1 エーカーあたり 20 から 60 ブッシェルである。このように途上国での単収が低い原因の一つは、穀物価格の下落のために農業に対する投資意欲の低下であろう”（図 5-14 参照）

すなわち、食料供給量の増加は農業技術への投資によって賄われる可能性があり、その投資を支える食料作物の安定した需要は燃料の需要が下支えすることも可能であることを示唆している。

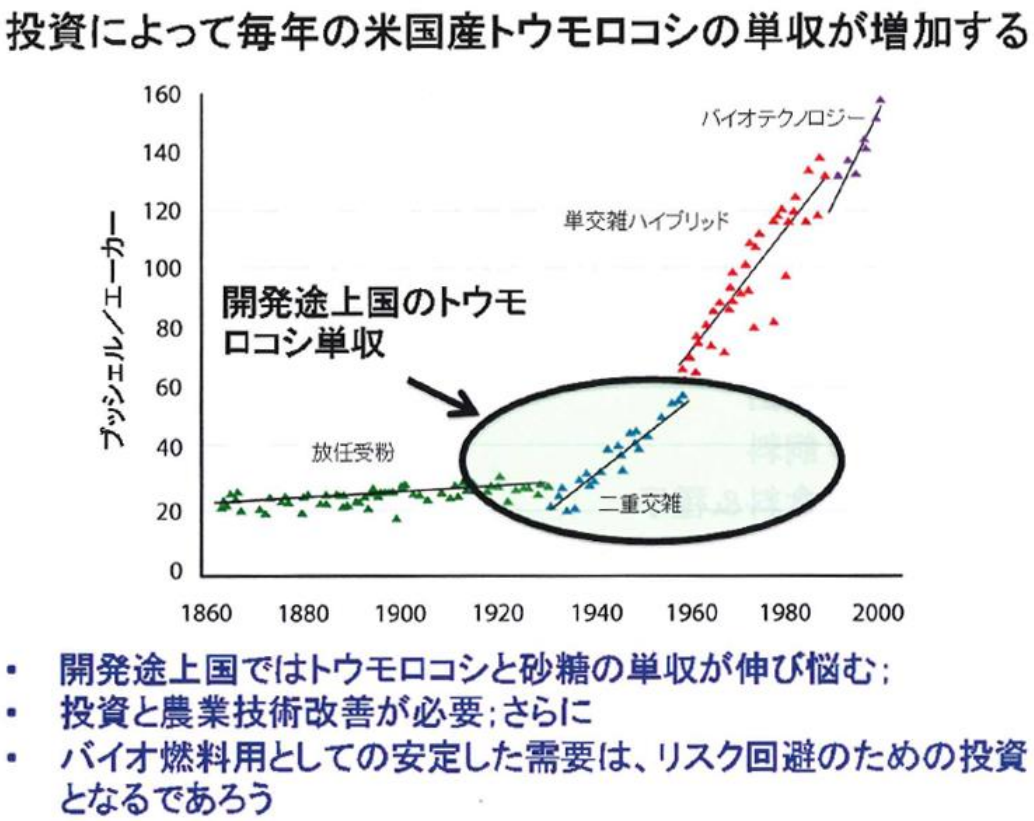


図 5-13　アメリカ産トウモロコシの単収推移

出典：ジェラード・J・オストハイマー，地方創生と将来の低炭素社会のための持続可能なエタノール燃料（2016）[63]

さらに、オストハイマー博士はアメリカ産のトウモロコシをバイオエタノール用に振り分けることによって、従来の輸出用、飼料用、食品用、種子用の出荷量に影響を与えていないことも図 5-14 および以下の説明によって明らかにしている。

“エタノール生産に利用されるトウモロコシの量はアメリカで近年増産されている量に匹敵している。つまり、エタノール生産へのトウモロコシの使用は増えた一方、それ以外に利用されるトウモロコシの量は変化なく、さらにエタノール生産に利用されたトウモロコシ 3 分の 1 は DDG として家畜飼料の市場に戻ってくる。つまり、トウモロコシからエタノールを生産する政策が実施される以前から、食料として利用されるトウモロコシの生産量は十分にあったということになる”

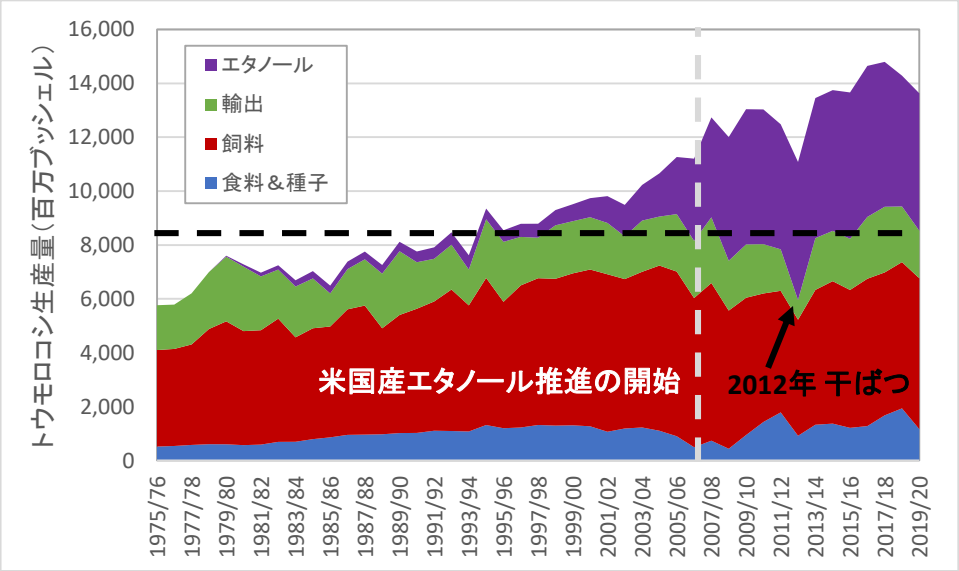


図 5-14　アメリカ産トウモロコシの生産量と用途の推移

出典：USDA[69]

ここで、DDGS とは Distiller's Dried Grains with Solubles の略称で、図 5-15 のように乾式粉砕エタノール製造プロセスにおいて発生するトウモロコシ蒸留粕のことである。

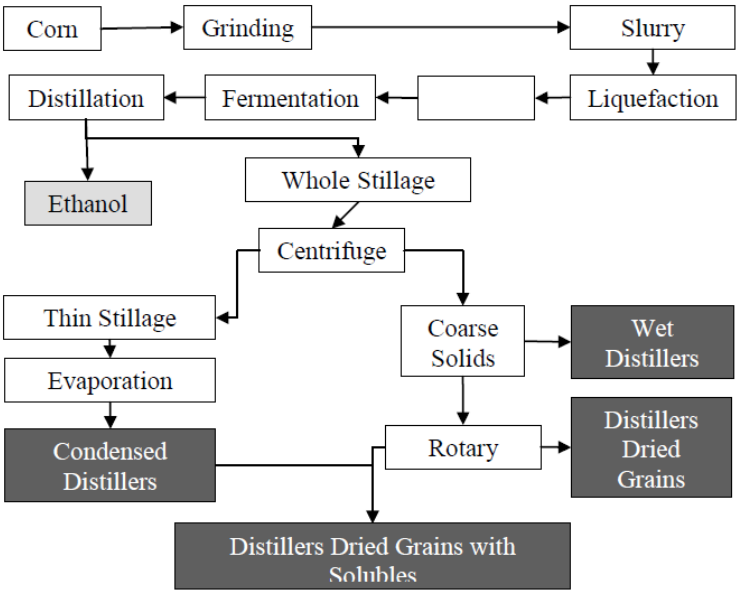


図 5-15　乾式粉砕エタノール製造プロセスと副産物

出典：U.S. Grains Council, Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS) (2012) [70]

大豆やトウモロコシはバイオ燃料を製造する際に粕が発生し、それらは飼料用に用いられている。副産物が従来の用途として利用可能であることから一種のカスケード利用と呼ぶこともできる。

一方、サトウキビからのバイオ燃料生産ではバガスが副産物として発生するが、現時点では燃焼して熱エネルギーとして回収され、将来的には第二世代バイオエタノールの原料としての研究開発が進んでいる。従って、サトウキビからのバイオエタノール生産では従来の用途との競合が起こりうる。

このように、作物の生産量やその用途を管理することによって、従来の用途を妨げない、持続可能なバイオ燃料の生産が可能である。

5.2-3　土地利用変化

前述のアメリカ穀物協会主催のワークショップ[63]においてイリノイ大学シカゴ校・エネルギーリソース・センターのステファン・ミューラー博士およびライフサイクルアソシエイツのステファン・ウナッシュ氏はトウモロコシの持続可能性について述べており、1970 年代から 2014 年までトウモロコシの作付面積はほとんど変わっていない、すなわち、バイオエタノール生産のためにあらたにトウモロコシ畑を開墾していないことをデータで示している（図 5-16 参照）。

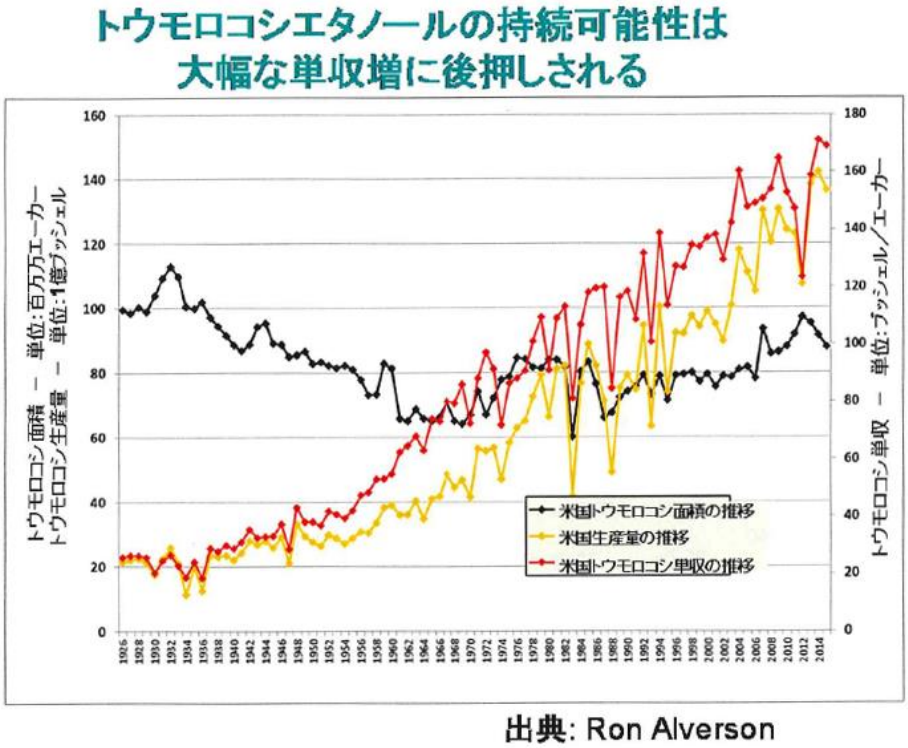


図 5-16　アメリカにおけるトウモロコシの作付面積、単収などの推移

出典：ステファン・ミューラー，ステファン・ウナッシュ，日本向け輸出米国産トウモロコシエタノールの温室効果ガスに関するライフサイクル分析（2016）[63]

図 5-17 および図 5-18 にそれぞれアメリカのトウモロコシおよびブラジルのサトウキビの作付面積と単収の推移を示すが、アメリカのトウモロコシは図 5-16 と同様に、作付面積がほとんど増えておらず、単収が 3 倍程度まで増えており、飼料などの従来用途における

需要増加とバイオ燃料の生産を支えている。一方、ブラジルのサトウキビ生産では単収が 2 倍程度まで増えているものの、作付面積が 7～8 倍まで増加し、土地利用変化が大きいことを示唆している。

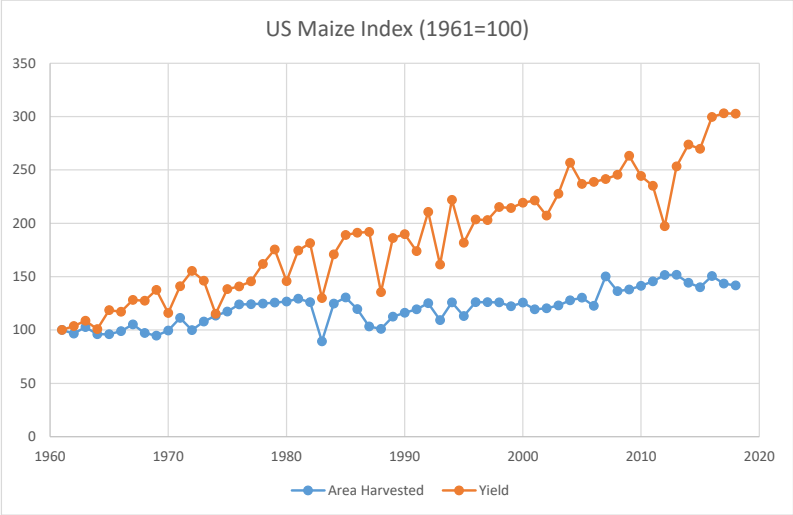


図 5-17　アメリカのトウモロコシ生産における作付面積と単収の推移
（1961 年の値を 100 として正規化）
出典：FAOSTAT[53]

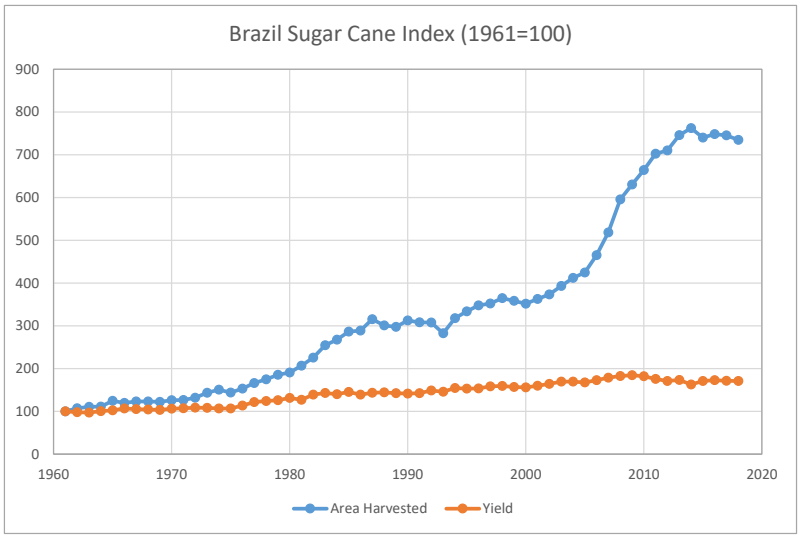


図 5-18　ブラジルのサトウキビ生産における作付面積と単収の推移
（1961 年の値を 100 として正規化）
出典：FAOSTAT[53]

このように、土地利用変化を引き起こすことが無く、バイオ燃料の生産量を増加させることも農業技術の発展による単収の増加によって可能である。

第6章　バイオエタノールの流通形態に関する直接混合と ETBE の議論整理

6.1　世界のバイオエタノール流通形態

「3.2　日本のバイオエタノール導入状況」において述べた通り、現在我が国ではバイオエタノールは ETBE に転換されたものがガソリンと混合されて流通している。

一方、国外を見渡すと、バイオ燃料生産量第一位と第二位のアメリカとブラジルではバイオエタノールをガソリンに直接混合した燃料が流通しており、アジアの動向で紹介したタイにおいても直接混合の方式がとられている。

本節では世界のバイオエタノール流通形態を調査する。特に現在主流であるバイオエタノールの直接混合に対して、ETBE の混合方式を採用している国、流通量およびその動向を整理する。

6.1-1　欧州のバイオ燃料政策の変遷

欧州連合（EU）において 2003 年に制定された「バイオ燃料促進に関する欧州指令（2003/30/EC）」は、二酸化炭素排出量の削減、燃料供給の安定的な確保、および地方経済の支援などを目的として施行された。EU 市場で販売されるすべての輸送用燃料（ガソリン・ディーゼル）におけるバイオ燃料（バイオエタノール・バイオディーゼル）の混合率を、熱量ベースで 2005 年までに 2%以上、2010 年までに 5.75%以上とすることを加盟国の自主的な目標としていた。ここで、バイオ燃料として認められるものにバイオ ETBE が含まれていた。

2009 年には、EU のエネルギー気候変動政策パッケージの一環として、「投資家に対し確実性を提供し、あらゆる種類の再生エネルギーを創出する技術の継続的な開発を促進すること」を最終的な目標として、バイオ燃料生産をさらに促進するため「再生可能エネルギー指令（RED）（2009/28/EC）」を導入し、2020 年までに輸送用燃料におけるバイオ燃料の混合率 10%以上を達成する義務的目標などを定め、EU 内で販売されるすべてのバイオ燃料は、持続可能性の要件を満たしているとする認証・認可を受けることが義務づけられた。

2015 年には、「間接的土地利用変化（ILUC）」を考慮し、第二世代（先進型）バイオ燃料の使用を推進するため、RED および FQD が改正された。主な内容としては、燃料供給事業者に、ILUC に伴うライフサイクル GHG 排出量の報告義務が課され、RED の 2020 年までのバイオ燃料混合率の目標である 10%のうち、食用作物由来のバイオ燃料の混合率を、7%を上限とし、非食用作物由来のバイオ燃料は残りの 3%とすること、第二世代バイオ燃料の使用を促進するため、混合率を 2 倍とみなして計上する優遇措置の導入などである（図 6-1 参照）。

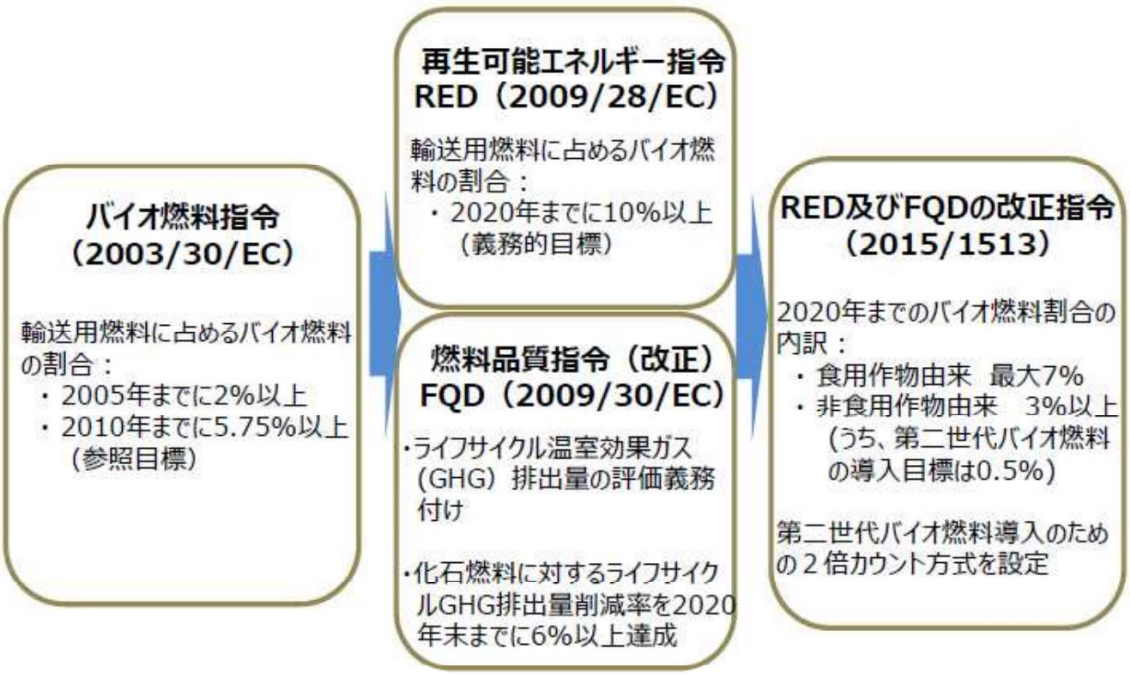


図 6-1　EU におけるバイオ燃料政策の変遷

出典：農水省，EU におけるバイオ燃料政策（2017）[71]

6.1-2　ETBE の導入経緯

ETBE は EU において 2002 年に最初に商業化・導入され、2003 年のバイオ燃料促進に関する欧州指令を契機に普及していった。

2008 年の ALIC（農畜産業振興機構）の記事[72]によると、当時 EU 内のエタノールの利用については、直接混合の割合が 1/4 と少なく、イギリス、スウェーデンなどの一部の国に限定的に利用されている状況にあり、多くは ETBE の形で利用されていた。

この背景としては、EU の「燃料品質指令（FQD）（98/70/EC）」において、エタノール混合ガソリンの「蒸気圧」（Vapour Pressure）のウェーバーの範囲（許容範囲）が限定的となっていることが挙げられた。UEPA（European Association of Ethanol Products）によれば、ガソホールの蒸気圧基準は 60kPa に制限されているが、エタノールを混合すると蒸気圧が上昇するので、少なくとも 8kPa のウェーバー（68kPa まで認める）が必要となる。当時は、イギリスとスウェーデンなどの冬季厳寒国のみに、ガソホールの蒸気圧が最大 70kPa まで認められていたことから、これらの国では直接混合が普及していた。

6.1-3　直接混合への移行

ETBE とバイオエタノール直接混合の選択については欧州委員会で議論されており、2002 年の欧州委員会議事録では「バイオ燃料促進に関する欧州指令（2003/30/EC）」を策定するにあたって様々なステークホルダーからの意見を収集している[73]。この委員会の ETBE と直接混合への意見を抜粋すると、

- フランスでは、蒸留業者はエタノールのガソリンへの直接混合を促進しようとしたが、石油会社や自動車メーカーETBE を好んで、意見が対立している
- ETBE を生産できる量は既存の工場の能力に左右されるためフランスの製糖工業会は、直接混合を望んだが、ETBE が選択された

2009 年に導入された RED の実施に伴って、同年、改正された FQD（2009/30/EC）では、ライフサイクル温室効果ガス（GHG）排出量の評価を義務づけ、2010 年の化石燃料の GHG 排出量を基準として、2020 年までに 6%以上削減することが明記された。この改正では直接混合で問題となる燃料蒸気圧の規制の緩和について、条文において

1. 国内の大部分の地域において、6 月～8 月の期間のうち少なくとも 2 か月間、平均気温が 12 度を下回る加盟国について、蒸気圧の緩和を行う（70kPa）。
2. 委員会がこれからおこなう調査の結果を踏まえ、特に大気汚染の基準を満たした場合などの条件付きで、緩和する。

と述べられている。そのため、気候が冷涼な加盟国以外で E10 までの直接混合の導入が実現されるには、大気汚染基準などの一定のハードルをクリアする必要があるが、問題がなければ 10%混合（容積比）で最大 7.82kPa の蒸気圧の追加的な上昇（合計 67.82kPa）が認められることになった。また、条文の中では、直接混合の利用促進のため、石油精製企業が蒸気圧の上がりにくいガソリンを供給すべきとの記述も見られる[74]。

このような状況から、スペインでは 2013 年からバイオエタノールの直接混合が可能となった。バイオエタノールに占めるバイオ ETBE のシェアは 2018 年の 85%から 2019 年には 71%まで低下し、2020 年以降も減少するとみられている[75]。

また、USDA のレポートではドイツやフランスでもバイオ ETBE の消費量が減少し、直接混合が増えていることを報告している[76]。一方で、フランスでは現在石油系原料から得られるイソブテンをバイオマスから製造することにより、100%バイオマス由来の ETBE を製造する技術開発も行っている[77]。

ACFA のニュース記事によると、ETBE は EU と日本で長年に渡って利用されてきており、EU の ETBE 市場は今後 300 万トン/年まで成長することを予想しているが、2010～2015 年の間に ETBE の需要量は 150 万トン/年まで減少しており、EU と日本以外の ETBE 消費国であったメキシコでも 2014 年に ETBE の使用を停止したことを述べている[78]。

6.1-4　タイのバイオエタノール導入政策

前述のアジアにおいてバイオエタノール導入普及が進んでいるタイにおいてはエネルギー省において”Gasohol Strategic Plan”（ガソホール戦略プラン）を進めている。

ガソホール戦略プランは 2 つのフェーズに分かれており、2004-2006 年のフェーズ 1 では、

- 3 つ以上のエタノールプラントが稼働し、1.155 千 kL/日まで生産量が増加する
- MTBE が段階的に廃止され、無鉛ガソリンへの導入を禁ずる

- ガソホール 95（91 オクタンガソリン+ 10%エタノール、E10 に相当）の仕様を作成し、その上で稼働するエンジンの排出試験を実施する
- すべての車両にガソホールの使用を義務付ける

としていた。

2007-2012 年のフェーズ 2 では

- 2011 年までにエタノール生産量を 3.0 千 kL/日までに増加させる

としていた（図 6-2 参照）。

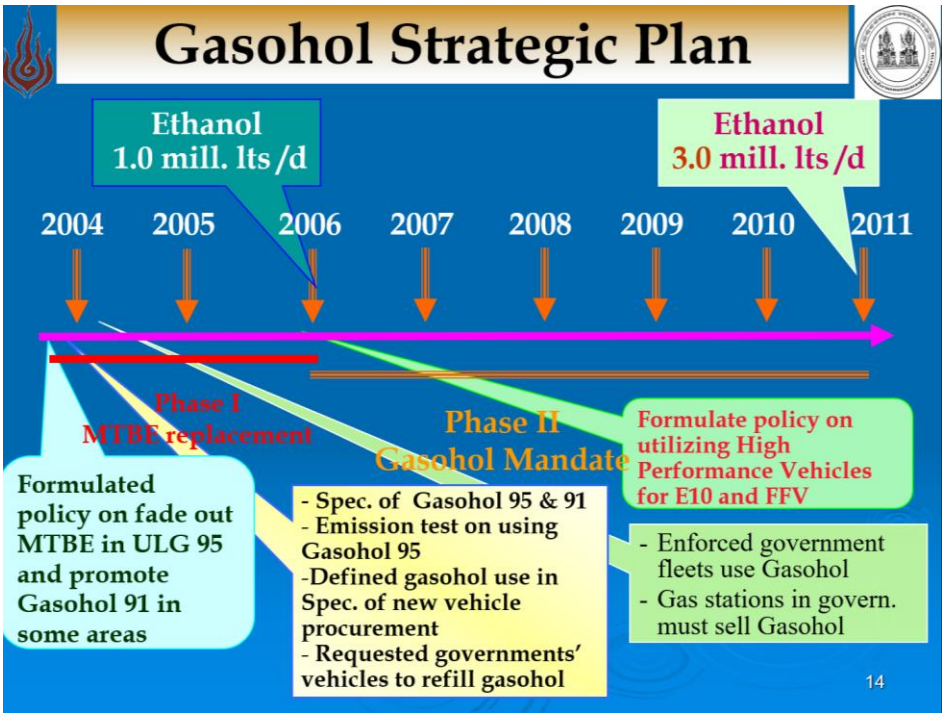


図 6-2　タイのガソホール戦略プラン

出典：DEDE, Thailand's Country Report in Energy Efficiency[79]

MTBE がガソホール戦略プランのフェーズ 1 でエタノール直接混合に置き換わった理由は定かではないが、文献[80]によると、MTBE に発がん性があることが理由として挙げられている。また、別の文献[81]では、輸入していた MTBE を国産のバイオエタノールに切り替えることによるコスト削減やエネルギー安全保障の観点も読み取れる。

6.2　我が国のバイオエタノール流通形態に関する議論の整理

現在我が国ではバイオエタノールは ETBE に転換されたものがガソリンと混合されて流通している。これに至る経緯を各報告書から概観する。

6.2-1　ETBE に転換した上でガソリンに混合して販売する方法

ETBE はエタノール 1 分子とイソブテン 1 分子を反応させて合成される。反応はイオン交換樹脂を触媒として 30～80℃の比較的温和な反応条件で進行する。また、既にわが国に設置されている MTBE 製造装置を若干改造することによって ETBE を製造することができる。

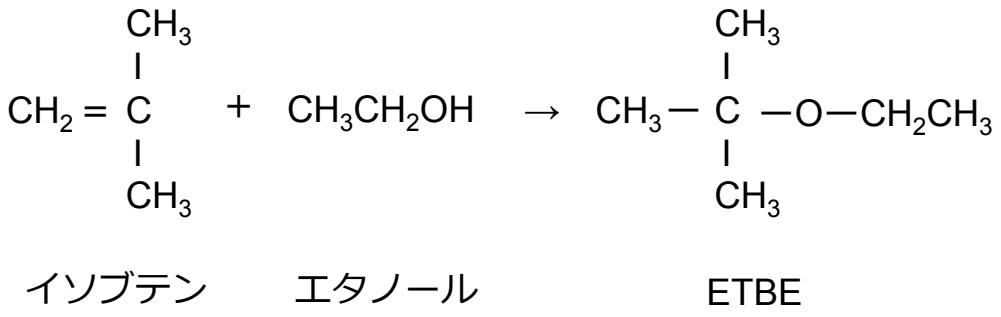


図 6-3　ETBE の製造反応

揮発油等の品質確保に関する法律（以下、品確法という）により、ガソリンの酸素含有量は 1.3 質量%以下と定められている。これから計算すると、ETBE のガソリンへの混合量は約 8.3 質量%以下に制限されるが、実際には余裕をみて 7vol%以下で混合されている。これはエタノール 3vol%混合とほぼ等価となる。

ETBE の化学構造は図 6-4 に示すように、通常のガソリンと酷似しており、ETBE の性状もガソリンとよく似ている。ETBE を混合したガソリンは通常のガソリンとほぼ同様の性質を有しており、従来の流通システムをそのまま使用することができる。また、車両に対する影響もほとんどなく、従来から市販されている車両がそのまま使用できる。

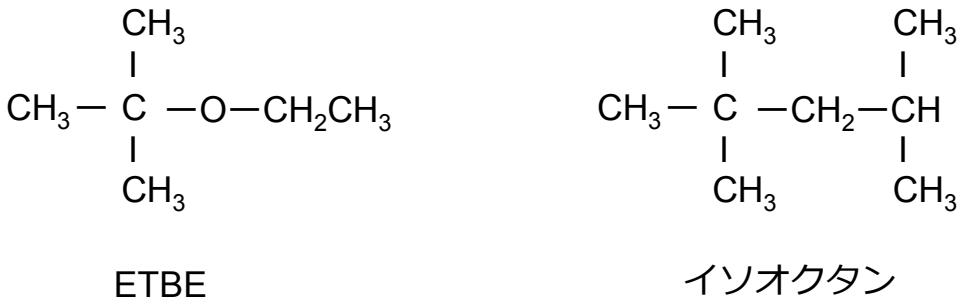


図 6-4　ETBE とガソリン（イソオクタン）の化学構造

表 6-1　ETBE、ガソリンおよびエタノールの性状

	ETBE	ガソリン	エタノール
組成	$(CH_3)_3COC_2H_5$	C_4～C_{12}	C_2H_5OH
分子量	102	平均 100－105	46
酸素濃度，wt%	15.7	0	34.7
密度	0.740	0.72－0.78	0.789
沸点，℃	72	30－220	78
蒸気圧*1（RVP）kPa	28	44－78	16
水との相溶性，wt%	1.2	ほぼなし	水と混和
真発熱量，kJ/kg	35.2	44.0	26.8
オクタン価（RON)	118	レギュラー90 プレミアム 100	111

＊1：寒候用のものの蒸気圧の上限は、93kPa｛0.95kgf／cm2｝とし、夏季用のものの蒸気圧の上限は 65kPa とする

ETBE の混合に関する課題としては、3.2-1 で示した通り、我が国では 2 基の ETBE 製造プラントが稼働しているが、ETBE の製造量を増やすためには、さらに ETBE 製造装置を建設あるいは転用することが必要となる。また、ETBE の原料のひとつであるイソブテンは製油所の流動接触分解装置、あるいはスチームクラッカーから副生されるものを使用するが、これらのさらなる調達も検討することが必要である。

アメリカにおいては、ガソリンスタンドからガソリンが漏洩し、ガソリンに含まれる MTBE が地下水を汚染するという事故が発生したため、MTBE は使用が事実上禁止されている。ETBE については MTBE の類似物質とされて使用されなくなっている。一方、欧州においては MTBE が特に問題なく現在でも使用されており、ETBE についても問題とされていない。この違いはガソリンスタンドからの漏洩対策の違いによるものと考えられる。

6.2-2　エタノールを直接混合して販売する方法

前述の通り、品確法上、ガソリンには 3vol%までのエタノール混合が認められている。ブラジルではエタノール混合率 27%のもの、あるいは 100%のものが販売されている。また、アメリカでは 10%が一般的であるが、85%のものも一部で市販されている。

直接混合法は ETBE のように特別の装置を必要とせず、比較的簡単に製造できるという利点がある。

直接混合法の課題として、海外の情報でも述べたように、蒸気圧の上昇がある。エタノール自体の蒸気圧はそれほど大きくないが、ガソリンに混合すると、図 6-5 に示すように急激に蒸気圧が上昇するというエタノール特有の問題がある。

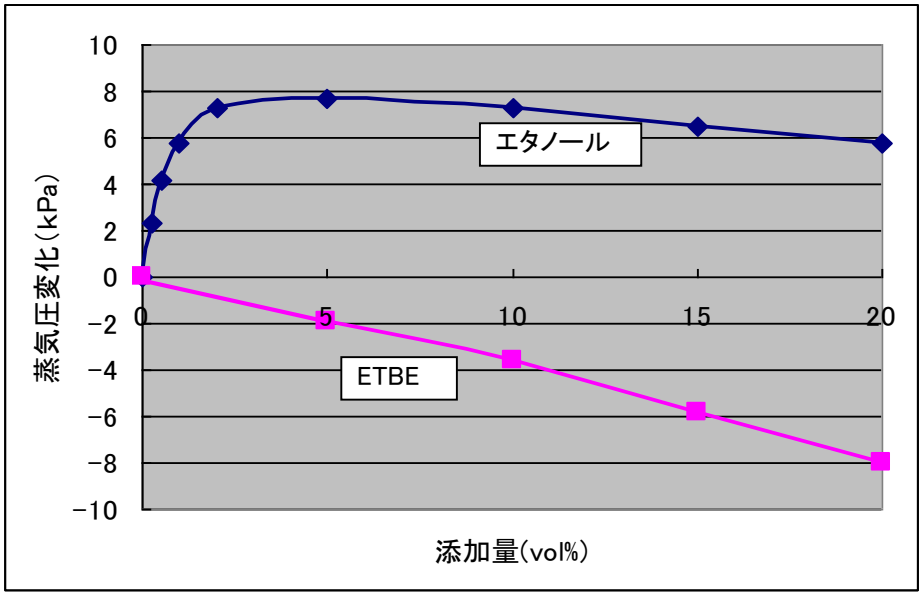


図 6-5　ガソリンへのエタノール添加量と蒸気圧変化の関係

蒸気圧が大きすぎるとガソリンが蒸発しやすくなり、光化学スモッグの原因となる。そのため、ガソリンの蒸気圧はできるだけ下げていく方向にあり、JIS 規格（夏場）も 2004 年に 78kPa から 65kPa まで引き下げられた。

このためアメリカ等ではエタノールを混合するガソリンは蒸気圧の低い特殊なガソリン（サブオクタンガソリンと称する）を用いているが、我が国においても、E3 ガソリンを製造するにはサブオクタンガソリンを使用する必要がある。

6.2-3　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。2005 年当時の改造内容を図 6-6 に示す。

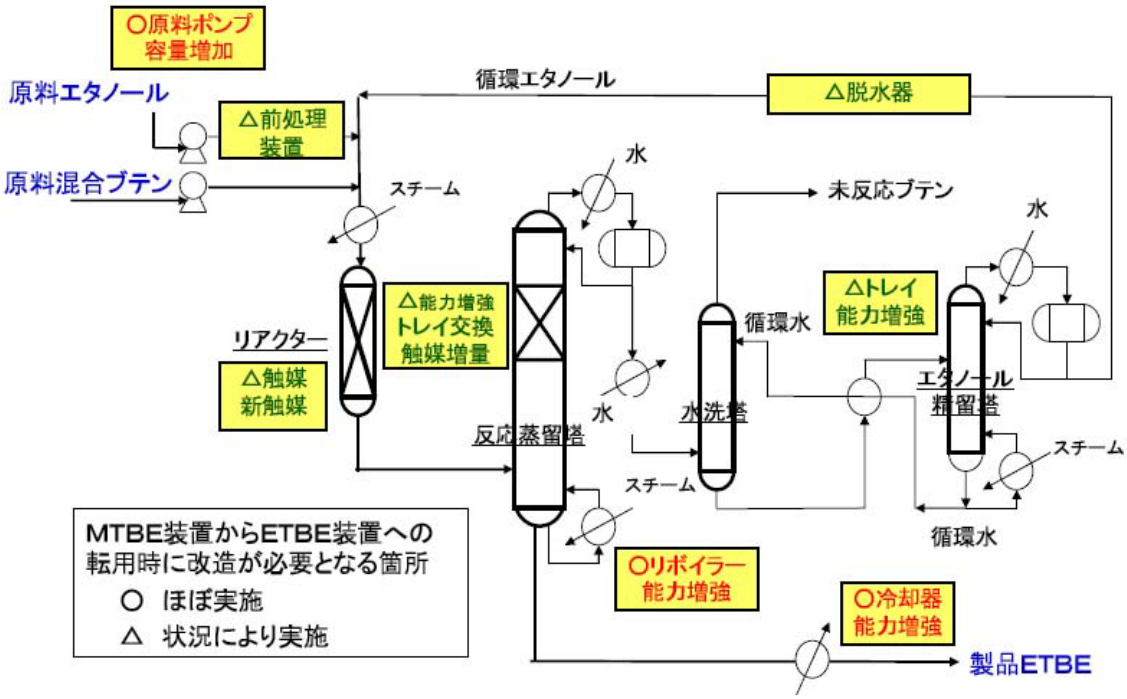


図 6-6 METBE 製造装置から ETBE 製造装置への改造

出典：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）

国内の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た。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た。

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が検討されていた（表 6-2 参照）。

表 6-2　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

6.2-4　2006 年以前の自動車用バイオエタノールに関する検討状況

経済産業省の審議会である「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」が、2004 年 7 月にとりまとめた「第二次中間報告」および(財)石油産業活性化センターによる「バイオマス混合燃料導入実証研究」みより E3 の燃料品質や燃料流通過程における課題の検証等を実施した。

また、2005 年 4 月に燃料政策小委員会のもとに「ETBE 利用検討ワーキンググループ」が設置され、ETBE の供給安定性および経済性、安全性、品質等の観点から ETBE の導入の可能性について検討が行われ、2006 年 4 月にとりまとめが示された。

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。

総務省（消防庁）では、「バイオマス燃料供給施設の安全性に関する調査検討委員会」（危険物保安技術協会）等において、エタノール 3%混合ガソリンについて危険物保安の観点から技術的検討が行われ、この結果を踏まえ、エタノール 3%混合ガソリンを取り扱う給油取扱所に関する当面の運用指針が定められ、各都道府県・市町村に周知されている（平成 16 年 3 月 3 日消防危第 26 号）。

また、バイオマス燃料に関する危険物保安の確保については、エタノール 3%混合ガソリンも含め引き続き検討が行われ、所要の技術基準やガイドライン等の整備が行われている。

6.2-5　化審法における扱い

ETBE については、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、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。

一方、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、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。

また、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、経済産業省・事業者側で 2006 年度から 2 年間かけて「バイオマス由来燃料導入調査研究委託事業」として、ETBE のリスク評価を実施し、長期毒性等、人体への安全性についてのリスク評価が行われたが、健康影響が懸念されるレベルは認められないとの評価がなされた。

（参考）化審法第二種監視化学物質について

- 第二種監視化学物質については、製造・輸入者が毎年度、前年度の製造・輸入数量、用途等を経済産業大臣に届けなければならない。（製造・輸入数量の合計量は経済産業大臣により公表される。）

これらの検討を踏まえて、石油連盟では、2006 年 1 月に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こと（原油換算約 21 万 kL／年）、導入に先立ち ETBE に係るリスク評価等に取り組むこと」など）を決定し、これを同月開催の ETBE 利用検討 WG に報告した。

なお、ETBE 利用検討 WG とりまとめ（案）では、今後の課題において、エタノール直接混合ガソリンについて以下のように位置づけている。

リスク評価の結果、ETBE の相当量の導入が難しいとの結論になる可能性もある。他方、バイオエタノールの活用自体は、中長期的な燃料の多様化および京都議定書目標達成計画の実現の観点から必要である。このため、ETBE の導入を目指す一方、この動きと同時並行して、バイオエタノール直接混合ガソリンの導入可能性についても、官民が協力して実証試験・ノウハウの蓄積を行うなど、その検討のための取組が必要である。

6.2-6　2006 年の石油業界（石油連盟）等の対応

2006 年以降石油業界（石油連盟）では、①燃料蒸発ガスを増加させない（＝環境上の問題がない）および水分混入による分離がなく腐食性もない（＝安全性に問題ない）方法、②水分対策のための設備投資（約 3,000 億円）が必要となる E3 よりもコスト的に安価な方法として次のような対応がなされ、実質的に ETBE による導入に踏み切った。

2006.1　　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決定（約 36 万 kL/年＝原油換算約 21 万 kL/年）

＊ETBE : エタノールと石油系ガスであるイソブテンを化学合成し製造。E3 と同じくガソリンへの添加が可能であり E3 のように水分混入の問題がない。

2006.11　　バイオエタノールおよびバイオ ETBE の調達・供給を共同で行う新組織（バイオマス燃料供給有限責任事業組合）の設立を決定

2007.3　　フランスからバイオ ETBE を輸入

2007.4　　バイオ ETBE 流通実証事業（2 年間、首都圏の SS（2007:50 箇所・2008:100 箇所）にて試験販売）開始

2007.4　　日本自動車工業会会長が石油連盟の採用した ETBE 方式が良いとの見解を示したといわれる（報道）[82]

2006 年 5 月に環境省では、京都議定書における温室効果ガスの削減約束の達成のため、新エネルギーの一つであるバイオマスエネルギーについて、輸送用バイオ燃料を含め、熱利用を積極的に推進することとして、バイオマス資源を原料とする燃料（エコ燃料）の今後の大規模導入と石油燃料代替に向けての道筋や対応方策を検討するため、平成 17 年 12 月に「エコ燃料利用推進会議」を設置し、エコ燃料に係る国内外での取組状況を整理し、その導入シナリオおよび支援方策について検討を行った。

本会議の検討結果を踏まえて、「輸送用エコ燃料の普及拡大についての報告書」[83]をとりまとめ、同補遺版[84]を 2009 年 1 月にまとめている。

6.2-7　2007～2011 年の石油業界の動き

バイオエタノールに関連する 2007 年以降の施策等を振り返ると以下のようになる。

2007：第 1 次改定エネルギー基本計画策定

2007：次世代自動車・燃料イニシアティブ

2008：バイオ燃料技術革新計画（バイオ燃料技術革新協議会）

2008：長期エネルギー需給見通し

2008：Cool Earth エネルギー革新技術計画

2009：地球温暖化問題に関する懇談会

2009：公正取引委員会の見解

2009：エネルギー供給構造高度化法成立

2010：バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会中間とりまとめ

2010：第 2 次改定エネルギー基本計画策定

2010：新成長戦略（閣議決定）

2010：石油精製業者の判断基準の告示

2011：東日本大震災

特筆すべき点について以下にまとめる。

(1) <u>地球温暖化問題に関する懇談会</u>

内閣府における「地球温暖化問題に関する懇談会」にて二酸化炭素削減目標を議論する上で、ヒアリング等が実施され、第 4 回地球温暖化問題に関する懇談会／中期目標検討委員会 2009 年 2 月において、「日本の自動車業界の CO_2 削減取り組み」の参考資料として「次世代自動車の現状と展望」のなかで次のような意思表示がなされている（図 6-7 参照）。

（3）バイオ燃料対応車

大臣認定Ｅ１０対応車

◇ **現状**

・温暖化対策、エネルギー多様化の一環として、バイオ燃料(エタノール)の使用に積極的に取り組む必要があるとの認識のもと、主としてグローバルな観点から、信頼性・安全面でのＥ１０(エタノール１０％混合ガソリン)技術対応を進めており、一部のメーカーでは切り替えを完了している。
但し、排出ガス対応は、基本的には未完了ｏｒ未確認である。

・今年、２車種でＥ１０対応の国土交通大臣認定を取得し、Ｅ１０利用実証事業に供試している。

◇ **展望**

・大幅な普及には、供給面で課題があり、セルロール起源のエタノール精製技術に期待がかかります。

・Ｅ１０導入に当たっては、ＣＯ２削減等のコスト効果が適正に維持され、食料問題、水資源、環境問題等への悪影響が無い形でのエタノールの製造技術、生産・供給体制を確立もしくはその見通しを立てた上で、国の政策としてのエタノール導入ビジョン・シナリオが策定されることが前提となる。

・上記の政策の下で、かつ以下の条件が成立すれば、排出ガス対応を含めたＥ１０対応車（含む排出ガス適合）を積極的に導入してゆく。
①新型車から順次切り替えるが、開発及び車種展開のために十分なリードタイムが確保されること。
②排出ガス対応、ドライバビリティ確保等のために、ＲＶＰ、蒸発特性等の燃料性状が適正なレベル（現状規格相当）に維持されること。
③未対策の既販車に対する対応措置（Ｅ０～３ガソリンの供給、誤給油防止策など）が取られること。

図 6-7　バイオ燃料対応車の現状と展望

出典：環境省，次世代自動車の現状と展望（2009）[85]

(2) 公正取引委員会の見解

公正取引委員会の見解（2009 年 7 月 3 日）は以下のとおりであるが、実質 ETBE による展開が推進されているのが実態である。

直接混合方式および ETBE 方式が、市場における競争を通じて評価・選択される環境を整備する観点から、以下の対応が必要であると考えられる。

● 公正取引委員会における対応－独占禁止法上の考え方の明確化

公正取引委員会は、各石油元売会社に対して次のとおり独占禁止法上の考え方を明らかにする。ア. 石油連盟が各石油元売会社に対して直接混合方式による製品の製造又は販売に協力しないようにさせることおよび各石油元売会社が共同して直接混合方式による製品の製造又は販売に協力しないことを決定することは、独占禁止法に違反する行為である。さらに、石油連盟が二つの混合方式の一方についてだけ、否定的な見解を表明し続けることは、石油連盟の会員である各石油元売会社の間に、一方の混合方式を採用しないとする共通の認識を醸成するおそれもある。石油連盟は、このことを十分認識し、留意する必要がある。

イ. 石油元売会社が、その系列特約店等に対して、自社系列のＳＳにおける直接混合方式による製品の取扱いを一律に禁止することは、

- それが仮に各元売会社が個別に判断した結果であったとしても、前記の状況の下では、ほとんどすべての石油元売会社が同様の判断をする可能性が極めて高いこと
- 我が国のガソリン販売市場においては、ガソリン販売事業者に占める各石油元売会社の系列特約店等の割合が高く、また、新たなＳＳ等の販売網を構築することは事実上困難であること

等を踏まえれば、直接混合方式による製品の製造・販売をする事業者が販路を確保することを困難にするおそれが高い。このような石油元売会社の行為は、不当に、その取引の相手方に対して、競争者と取引しない条件を付して取引するものであっ て、競争者の取引の機会を減少させるおそれがある行為であり、不公正な取引方法 第 11 項（排他条件付取引）等に該当し、独占禁止法上問題となるおそれがある。なお、石油元売会社が、その系列特約店等に対して、他社製品を当該石油元売会社の商標を付さないで販売することを禁止する行為は、独占禁止法第 21 条（知的 財産権の行使行為に対する適用除外）の問題ではない。少なくとも、系列特約店等 が、現在各地で行われている直接混合方式の実証事業に協力するため、系列ＳＳに おいて、一部の給油機を直接混合方式の製品専用のものとして、当該給油機を地下 タンクとともに分け、当該給油機から給油する商品がサインポールの石油元売会社 の製品でないことを明確に認識できるように表示してこれを販売するのであれば、 その販売を禁止する行為を商標権を理由に独占禁止法に違反しないとすることは できない。

● 関係省庁において必要な対応

前記の各事実は、行政庁による規制やこれまでに行政庁が示してきた見解に関連 するものであるが、これらは、石油元売会社による前記に該当し得る行為を誘因 しかねないという懸念がある。独占禁止法違反行為が行われないような環境を整備するためにも、また、2 つの混合方式の双方の促進を確保するためにも、関係省庁において次のような措置を採ることが必要であると考えられる。

ア. 環境省および経済産業省は、各関係事業者の疑問を解消するため、今後のガソリンにおけるバイオマス由来燃料の普及について、連携協力して必要な情報提供を行うこと。

イ. 環境省は、標準的な仕様のレギュラーガソリンを直接混合方式に用いることについて、環境に与える影響との比較考量を十分に行いつつ、蒸気圧に係る基準について、必要な見直しの可否を検討すること。

ウ. 経済産業省は、バイオエタノールの混合方式について、ＥＴＢＥ方式、直接混合 方式の双方について制度的な手当てがなされており、事業者が自由な選択を行うことができる旨を石油連盟および各石油元売会社に周知すること。

(3) エネルギー供給構造高度化法の成立と石油精製各社の対応

我が国では石油産業の統合、再編が進んできたものの、少子化による人口減少や産業・経済構造の変化により、国内の石油需要は中長期的にはさらに減少していく見込みである。

こうした中で、2009 年 7 月にエネルギー供給構造高度化法）が成立し、石油精製各社は精製能力（原油常圧蒸留装置能力）に対する重質油分解装置の装備率の引き上げを義務付けられた。これに対する対応策は、国内石油製品需要が減少する中にあっては、重質油分解装置の能力アップ（分子対応）ではなく、精製能力削減（分母対応）の方向で行われた。その結果、全国の精製能力は 2008 年 4 月の 28 製油所・489 万 B/D から、2014 年 4 月には 23 製油所・396 万 B/D まで減少した。

高度化法を契機とした日本の石油元売会社の再編と提携関係を図 6-8 に示す。

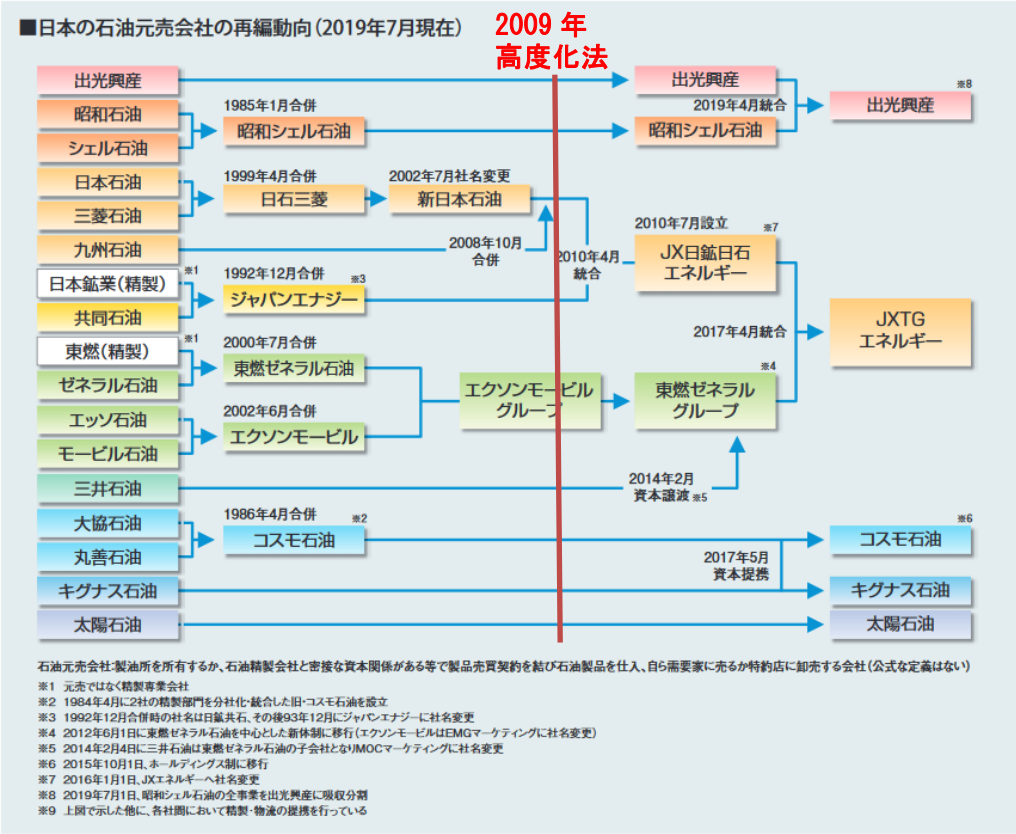


図 6-8　日本の石油元売会社の再編と提携関係

出典：石油連盟「今日の石油産業」2019 年

これらに引き続いて 2010 年 11 月、石油精製業者の判断基準の告示がなされ、3.1 項に示すように展開がされていく。

非化石エネルギー源の利用の目標および実施方法について以下のように定めた。

石油精製業者は、非化石エネルギー源の利用の実施方法として揮発油にバイオエタノールを混和して自動車用の燃料として利用するものとし、2018 年度から 2022 年度までの 5 年間の石油精製業者によるバイオエタノールの利用の目標量の総計は、年度ごとに原油に換算した量で 50 万キロリットルとする。

また、2023 年度から 2027 年度までの 5 年間の石油精製業者による次世代バイオエタノールの利用の目標量の総計は、年度ごとにエタノールに換算した量で原則 1 万キロリットルとする。なお、次世代バイオエタノールの利用の目標量の総計はバイオエタノールの利用の目標量の総計の内数として計上するものとする。

さらに、2010 年 3 月には、バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会中間とりまとめが報告され、「エネルギー供給構造高度化法」の基本方針・判断基準を策定する上で基盤となる科学的な事実およびそこから導かれる基本的な考え方をとりまとめ、日本版デフォルト値として、ガソリンの CO_2 排出に比較して 50%以上の削減量と定めた（図 6-9 参照）。

また、特定の一国だけに依存することはエネルギー源多様化の観点から問題であり、我が国におけるバイオエタノールの自給率を他国同様に高めていく上で、国産や準国産のエタノールが重要としている。

日本版デフォルト値（図3）
ガソリンのCO2排出量に比較してCO2削減水準が50%以上あるのは、ブラジル産サトウキビ（既存農地）、国産のてん菜、建築廃材のみ。

LCAのCO2削減水準
EU50%削減（2017年以降）、英国50%削減（2010年以降）と設定していることを踏まえ、我が国としても50%をCO2削減水準として設定することが一つの方向性。

図3　日本版デフォルト値

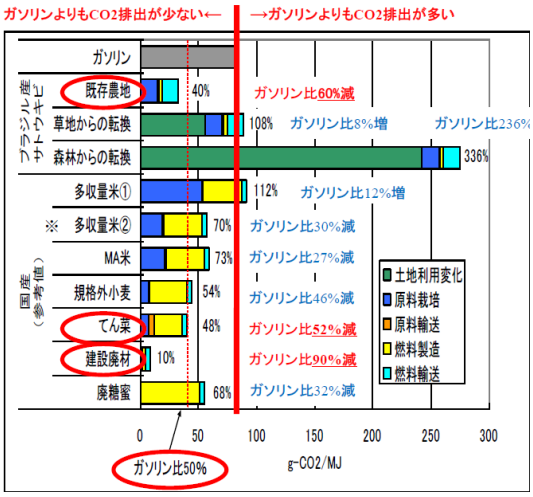


図 6-9　LCA の CO2 削減水準

出典：石油連盟，バイオ燃料の持続可能性基準の検討について[86]

6.2-8　2012 年以降の動きと E10 への対応

エタノールの混合使用においては、図 6-10 に示す従前の課題があったものの、ほぼすべてが解決した報告が「ガソリン車バイオ燃料 WG 研究報告」2012 年 3 月においてなされている。

調査結果まとめ

JATOP

燃料品質	エタノール10%混合による燃料品質への影響	研究項目	調査結果
蒸留性状 50%留出温度	10℃程度低下	①排出ガス、燃費/CO_2への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50（高温側）の影響の把握 ・T50（低温側）の影響の把握	T50のJIS上限域（110℃）で車によりE10の影響が見られた。 T50下限域を含め、それ以外の範囲ではT50によるE10の影響は見られなかった。
蒸気圧（RVP）	7kPa程度増加（高温の蒸発量増加）	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握（駐停車時） ・高温での蒸発量増加の影響把握（運転時）	本WGで実施した供試車両では、E10の顕著な影響は見られなかった。 （先行研究WGで実施した車両でE10のHSL＋DBLへの影響は見られた）
材料適合性（ゴム）	ゴム材の透過		
保存安定性（金属、ゴム、樹脂）	金属腐食	④材料による燃料性状への影響調査	ゴム材によりE10の方が燃料中のガム値増加が見られた。 金属による燃料品質への影響はE0とE10で差は見られなかった。
	ゴム材、樹脂の膨潤		

日本市場にある既販車を用いた試験では、E10の影響が見られた場合があった。
E10導入時には、これらの影響に注意を払う必要がある。

29

図 6-10　E10 の技術的課題整理

出典：JATOP 第２回成果発表会　ガソリン車バイオ燃料 WG 研究報告（2012）[87]

前述のように、日本の石油業界は、エタノールの混合方法として、バイオ ETBE 方式を採用している。その主な理由は、エタノール直接混合の場合、少量の水分混入で層分離が生じ、ガソリン層から水層へのエタノールの移動により、水層の量が増大するとともにガソリン層の品質も変化（オクタン価の低下等）して、最終的に自動車運転上の不具合等を引き起こす懸念があるためである。またに示す通り、エタノールの直接混合はガソリン蒸気圧を上昇させるが、これによる蒸発ガス排出量増加の懸念もある。

バイオ燃料は、低濃度であれば、既存の燃料供給インフラ、既存の車両でも使用できる点が利点の一つだが、特にエタノールの高濃度直接混合は燃料品質的に課題がある。日本においては、品質確保法強制規格、ガソリン JIS 規格（JIS K2202）により、エタノールの混合量は 3 vol%以下とされてきた。これは、既販車の一部の燃料系部材がエタノール直接混合 3 vol%超（酸素分 1.3 質量%超）で著しく劣化し、重大な事故を生じる可能性があるためである。また、ETBE は、酸素分 1.3 質量%以下の規定により、実質的に 7～8 vol%が上限となっていた。

その後、バイオ燃料導入拡大の観点から、E10 対応ガソリン車の燃料として用いるガソリンについては、エタノールを 10 vol%以下、酸素分 3.7 質量%とするように、2012 年 4 月に品質確保法強制規格に注記が加えられた。

また、同時期にガソリン JIS 規格も、従来の 1 号、2 号の 2 種類から、1 号、1 号(E)、2 号、2 号(E)の 4 種類となり、新たに加わった 1 号(E)と 2 号(E)は、酸素分 1.3 質量%超 3.7%以下、エタノール 10 vol%の規格で、対応する車両（E10 対応ガソリン車）でのみ使用できるガソリンである。なお、E10 対応ガソリン車は、E10 ガソリンだけでなく、エタノール 3 vol%以下の通常のガソリンも問題なく使用することができる。

その後、大阪などでの E10 実証が計画され、これらに必要な施策がとられ、2012 年 4 月の省令改正（道路運送車両の保安基準第 56 条第 4 項の規定に基づき認定を行う E10 対応車の安全の確保及び環境の保全に関する技術指針）でエタノール 10% までの混合が認められることとなった（E10 は対応車のみ給油可能）。

これらの背景を整理したものを図 6-11 に示す。

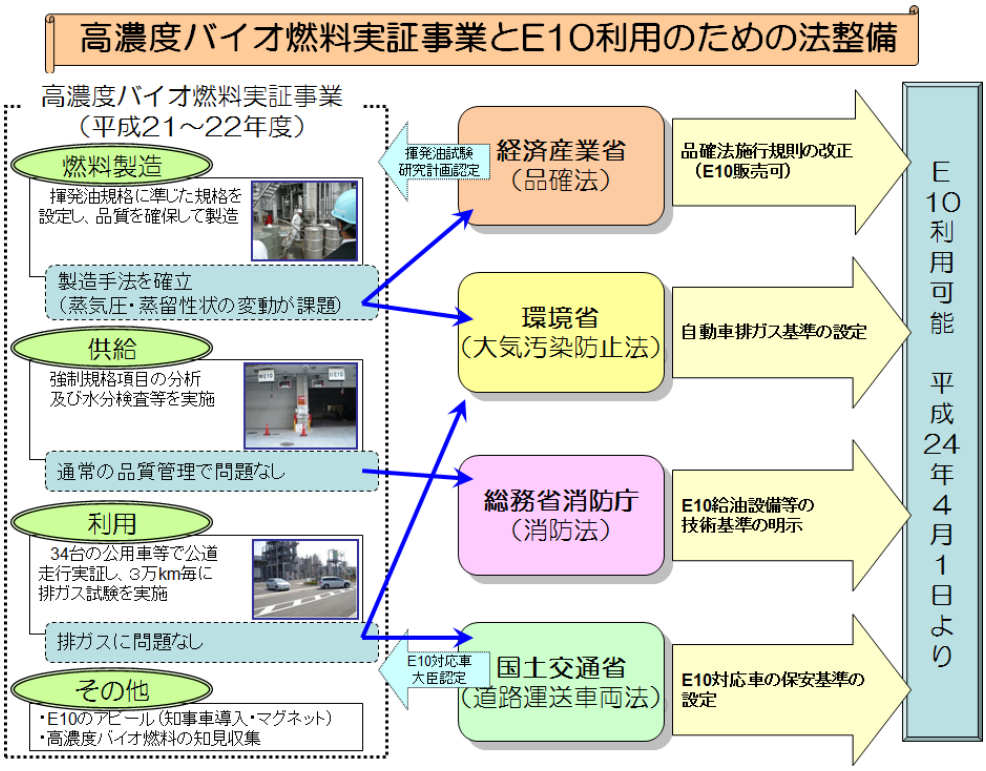


図 6-11　高濃度バイオ燃料実証事業と E10 利用のための法整備

出典：大阪府，E10 利用のための法整備[88]

しかしながら、E3、E10 実証は「3.2-3　我が国におけるバイオエタノールの製造経緯」での技術的な成果として「E3 は、他のレギュラーガソリンと全く同様に、E10 も、導入が進んでいる E10 対応自動車であれば何ら変わることなく、安全に安心して利用できることが実証できた」としているが、製造コスト問題でほぼすべての実証事業等が終了している。

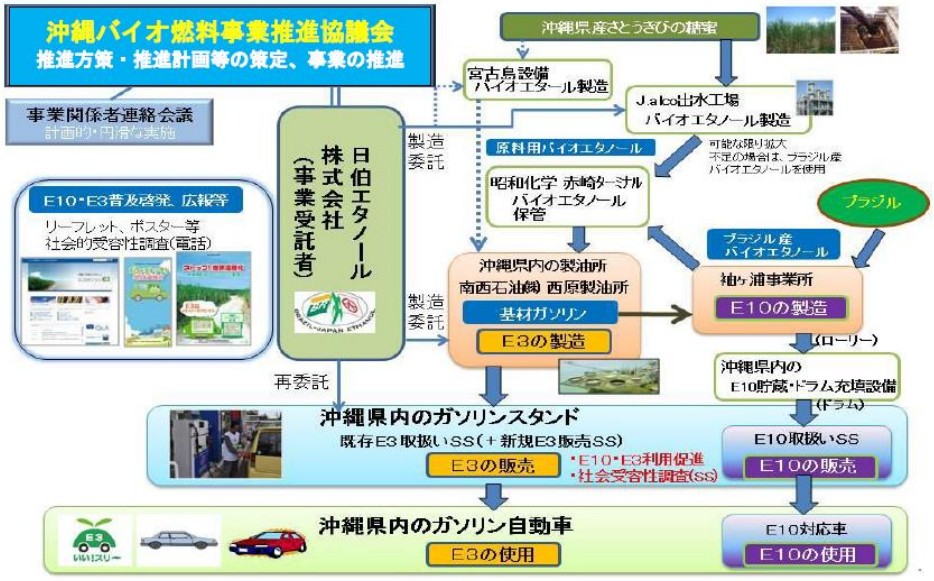


図 6-12　環境省委託バイオ燃料利用体制確立促進事業の概要

唯一、NEDO における第二世代バイオエタノールも 2019 年度で終了しバイオジェット燃料への転換（A to J）での継続実証が残っているのみである。

国産バイオエタノールの現状

- 生産プロセスや品質管理手法の確立など、一定の成果は得られたものの、コスト面が課題となり、ほぼ全ての事業が継続を断念。（※一部、少量のエタノールを地産地消している事例は継続。）

○沖縄バイオ燃料事業

概要：　沖縄県産さとうきび糖蜜由来のバイオエタノールを活用し、バイオ燃料の製造・県内SSへの供給を実施。 ①E３の本格普及と自立商業ベースによる供給体制の確立、②E10の本格普及と事業継続可能性を検証することを目的とする。

成果：　① E3／E10ともに性能・技術面での基準適合を確認し、レギュラーガソリンとしての安全性を実証。
② E3については沖縄県内のガソリン供給量の１割を超えるシェアを獲得（2015年度）し、自立商業化実現のための基盤となり得る一定の流通・供給体制を確立。
③ E10についても供給実績を伸ばし、インフラ整備による本格普及の可能性を提示。

課題：　バイオエタノールの調達など、コスト面が課題となり、2017年8月に事業終了。

○北海道におけるバイオ燃料生産拠点確立事業（川上郡清水町・苫小牧）

概要：　原料生産～製造・販売に至る一貫システムを確立するための課題を解決し、事業化を実現することを目的とする。バイオエタノールは、横浜市根岸製油所に輸送・販売され、ETBE混合ガソリンに加工されて、首都圏等のSSで販売。

成果：　① 製造量：約３万kLの目標には至らずも、段階的に拡大 （21年度1.5万kL⇒23年度2.2万kL）
② 製造効率：概ね目標達成
③ 品質適合度：目標達成（100%）
④ 製造コスト：目標には至らずも向上
⑤ 製造技術の確立（第１世代）：多様な原料に対応した製造技術、酵母を複数回使用する発酵技術、季節ごとに異なる酵母の使用技術等

課題：　高コスト構造（エタノール販売価格の2～3倍）が課題となり、事業の自立化・事業化が困難と判断されたため、2015年度以降の事業継続を断念。

図 6-13　国産バイオエタノールの現状

出典：資源エネルギー庁，我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 1 回），資料 2 バイオエタノールの導入に関するこれまでの取組と最近の動向（2017）[6]

第7章　バイオエタノールのガソリン混合に関する技術・コスト比較

2016 年 5 月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」によると、2017 年度から 2030 年度までに必要な追加的な CO_2 排出削減量は 2,089 万 t-CO_2/年となる。

別レポート（従来車等の燃料へのバイオエタノール導入拡大の可能性報告書[5]）で計算した結果、次世代自動車の普及や従来車の燃費改善などで達成できる削減量は 1,626 万 t-CO_2/年であり、464 万 t-CO_2/年の未達分が発生する（表 7-1 参照）。

表 7-1　2030 年度の CO_2 排出削減量の算定結果（基本ケース）（表 2-3 の再掲）

CO2排出削減量			対目標量
目標量		2,089 万t-CO2/年	100%
次世代自動車の導入拡大	EV	85 万t-CO2/年	4%
	HV	832 万t-CO2/年	40%
	PHV	50 万t-CO2/年	2%
	FCV	17 万t-CO2/年	1%
	小計	984 万t-CO2/年	47%
従来車の燃費改善		642 万t-CO2/年	31%
小計		1,626 万t-CO2/年	78%
不足量		464 万t-CO2/年	22%

出典：従来車等の燃料へのバイオエタノール導入拡大の可能性（2020）[5]

これに対し現在のバイオエタノール導入量を拡大し、E10（バイオエタノールを 10%含む）ガソリンを流通させるとともに、従来車のみならず、HV や PHV にも導入させることによって、不足量を 58 万トン CO_2 まで低減させることが可能となる（表 7-2 参照）。

表 7-2　2030 年度の CO_2 排出削減量に及ぼす E10 の導入効果（基本ケース）（表 2-4 の再掲）

CO2排出削減量			対目標量
目標量		2,089 万t-CO2/年	100%
次世代自動車の導入拡大	EV	85 万t-CO2/年	4%
	HV	832 万t-CO2/年	40%
	PHV	50 万t-CO2/年	2%
	FCV	17 万t-CO2/年	1%
	小計	984 万t-CO2/年	47%
従来車の燃費改善		642 万t-CO2/年	31%
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	289 万t-CO2/年	14%
	HV	110 万t-CO2/年	5%
	PHV	6 万t-CO2/年	0%
	小計	406 万t-CO2/年	19%
小計		2,031 万t-CO2/年	97%
不足量		58 万t-CO2/年	3%

出典：従来車等の燃料へのバイオエタノール導入拡大の可能性（2020）[5]

この計算ではバイオエタノールの導入量は現状の 50 万 kL（原油換算）から約 150 万 kL に増加させることになる。

従って、2030 年の CO_2 削減目標達成のためには E10 の導入が必須であり、現在エネルギー供給構造高度化法で示されている 2022 年度までの導入目標量 50 万 kL/年については今度さらなる導入拡大のために見直しをする必要があると考えられる。

本章では将来的な E10 の導入を見据えて、バイオエタノールのガソリン混合に関するコストを現状の ETBE 混合と直接混合で比較する。

7.1　コスト試算のケース分け

図 7-1 および図 7-2 にバイオエタノールの導入方法としてそれぞれ ETBE を混合した場合とエタノールを直接混合した場合のフロー図を示す。それぞれの図において色付きの枠で示された部分が国内での作業に相当する。

図 7-1 は現在我が国において実施されているバイオエタノールの導入方法である。ケース 1 は海外で製造された ETBE を輸入し、国内で基材ガソリンを混合して流通する方法であり、「3.2-1　輸出入状況について」で説明したように、現在アメリカから輸入された ETBE を用いてほとんどがこの方法で流通されている。

ケース 2 は海外で製造されたバイオエタノールを輸入し、国内の ETBE 製造設備で ETBE に転換し、以降はケース 1 と同様に流通する方法である。前述の通り、一部のバイオエタノールがブラジルから輸入され、この方法で流通している。

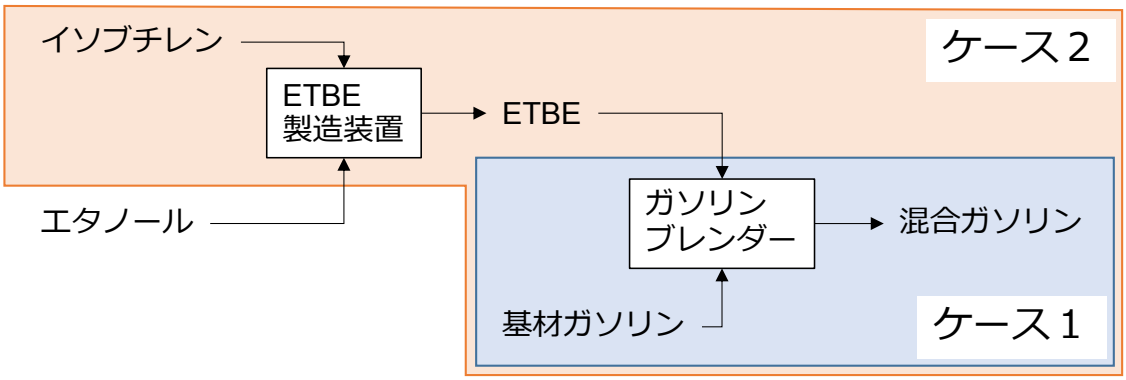


図 7-1　ETBE 混合ガソリンのコスト試算範囲（国内の範囲を色付きで示す）

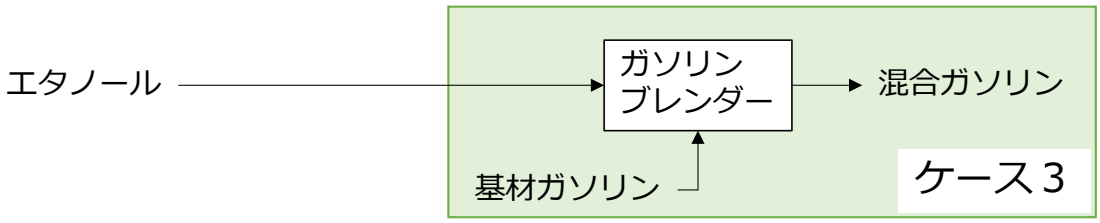


図 7-2　エタノール直接混合ガソリンのコスト試算範囲（国内の範囲を色付きで示す）

ケース 3 は海外で製造されたバイオエタノールを輸入し、国内で直接混合して流通させる方法である。前述の通り、世界中で大半のバイオエタノールがこの方法で流通している。

なお、ケース 2 はイソブチレンの国内供給余力がない（ETBE 検討 WG 資料）、ETBE 製造プラントの増設が必要という観点から今後の生産能力向上が見込めないため、参考とする。

7.2　前提条件

本節ではコスト試算の前提条件について説明する。

7.2-1　バイオ燃料価格

バイオ燃料の輸入価格については「3.2-1　輸出入状況について」に示した通り、貿易統計のデータから読み解くことができる。エタノールと ETBE の輸入価格について図 7-3 に比較して示す。

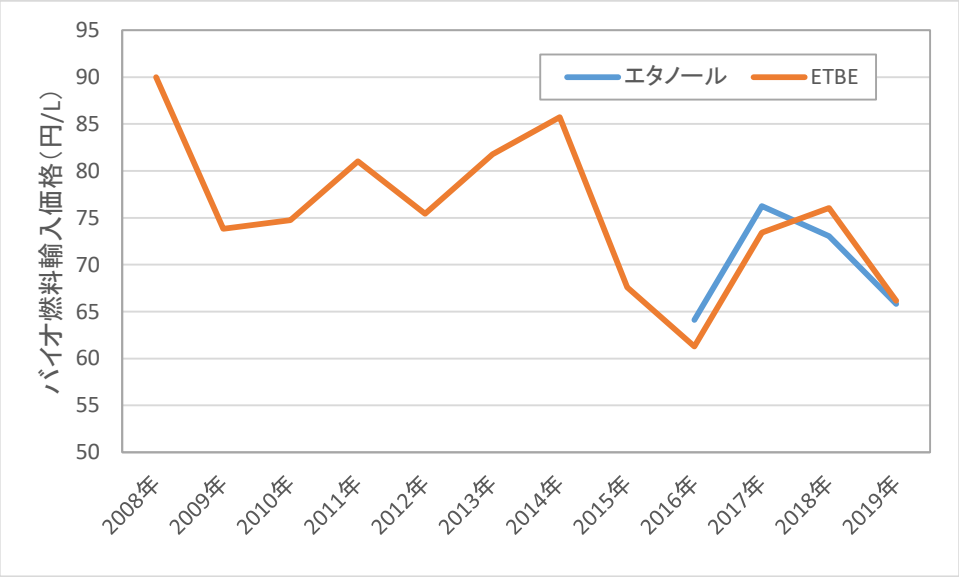


図 7-3　我が国のバイオ燃料輸入価格

出典：貿易統計

2016～2019 年の期間においてエタノールと ETBE の輸入価格は 3 円/L 以内の違いで一致しており、優位な価格差は見られない。具体的には ETBE の輸入価格が 61.3～76.1 円/L の範囲であり、中間値は 68.7 円/L と計算される。一方バイオエタノールの輸入価格は 64.1～76.3 円/L の範囲であり、中間値は 70.2 円/L と計算される。

また、本報告書ではガソリン価格の変動による混合ガソリンの価格を試算するが、前述の通り、ETBE は半分以上が石油由来の成分からなるため、ガソリン価格の変動によって変化することが考えられる。

図 7-4 はエタノールおよび ETBE 輸入価格と原油輸入価格の関係を示したものである。エタノールの価格は原油価格の変動と相関は見られないが、ETBE は原油価格と正の相関が見られる。

そこで、エタノールの輸入価格は 70 円/L、ETBE の輸入価格は図 7-4 の相関式を用いて設定する。

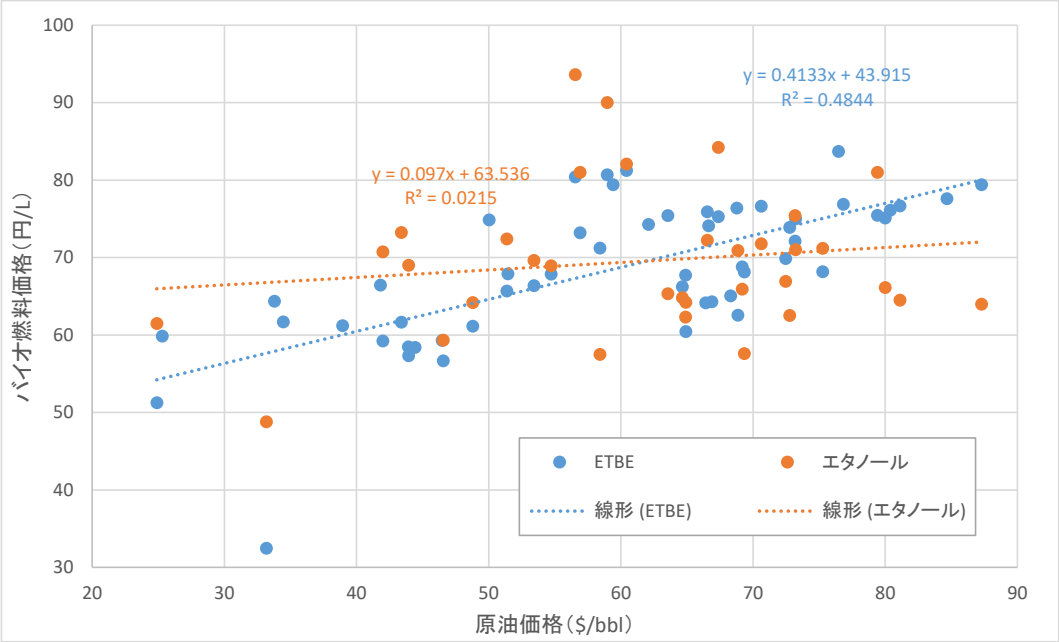


図 7-4　エタノールおよび ETBE 輸入価格と原油輸入価格の関係

7.2-2　ガソリン価格

図 7-5 に我が国のガソリンの価格推移を示す。近年のガソリン価格は 2018 年に約 160 円/L の最高値に達し、それ以降は 120～150 円/L 程度で推移している。また、直近 2020 年は新型コロナウィルスの影響で価格が下落した。

本調査では 120～160 円/L の範囲で混合ガソリンの価格への影響を見る。

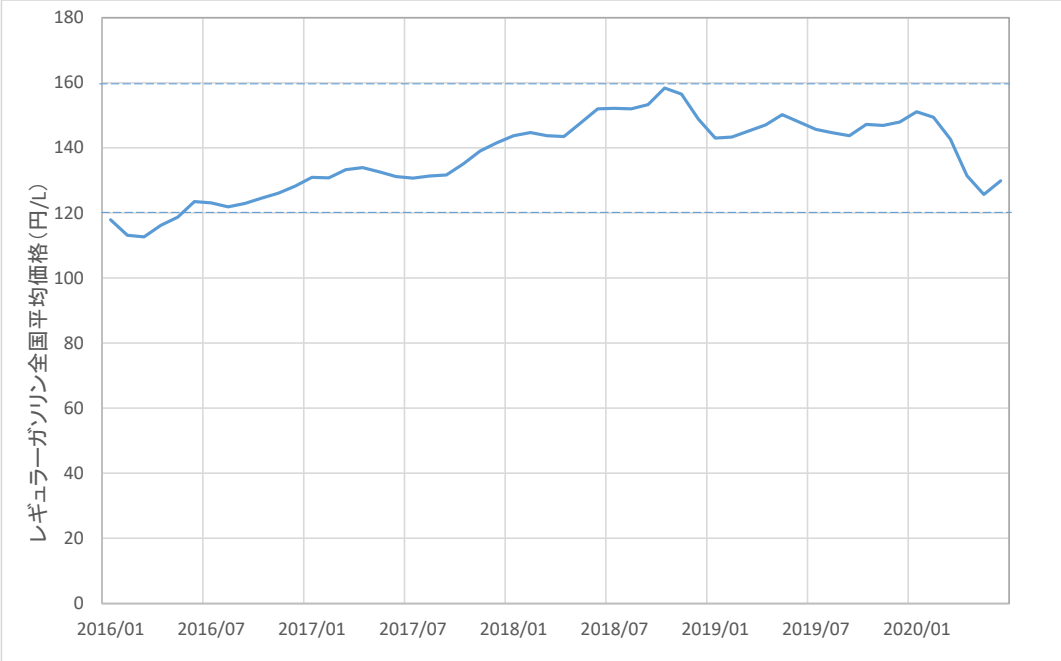


図 7-5　レギュラーガソリン全国平均価格の推移

出典：資源エネルギー庁，石油製品価格調査[89]

7.2-3　ガソリン価格の構成

ガソリンの価格を構成する要素として、原油コスト、精製マージン、税金、消費税、流通マージンがあり[90]、それぞれ以下の方法で求めることができる。

流通マージン：販売管理費＋マージン（消費税抜小売価格－卸価格にて算出）

精製マージン：精製費＋備蓄費＋販売管理費＋マージン（税抜卸価格－原油コストにて算出）

図 7-5 のレギュラーガソリン価格をこれらの要素に分解して図 7-6 に示す。

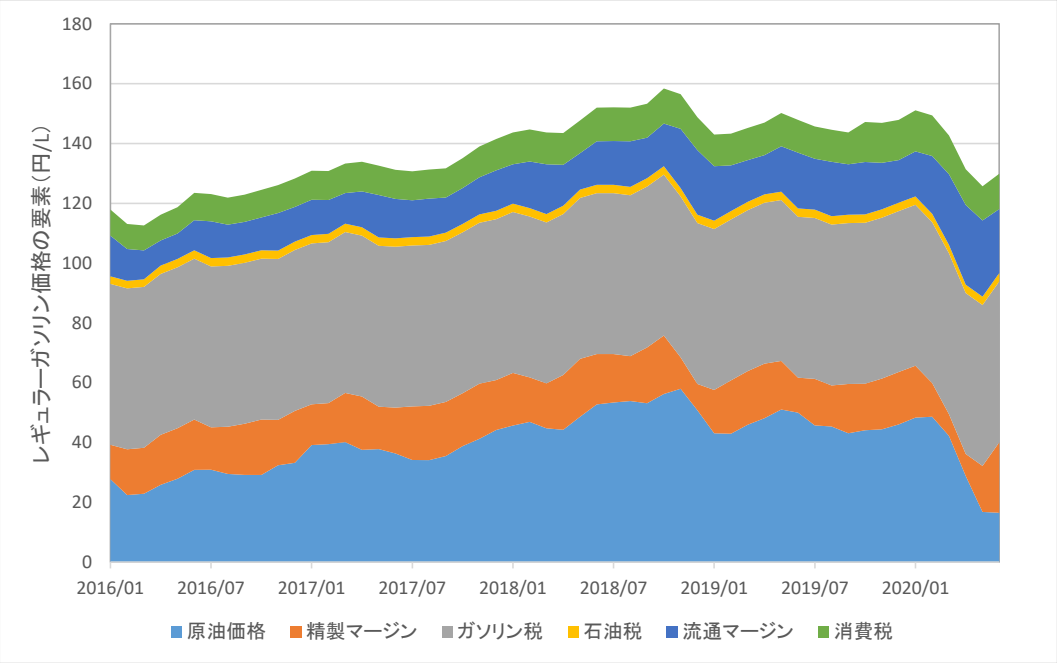


図 7-6　ガソリン価格のブレークダウン

これらの解析結果より、以下の数値を用いることとする。

表 7-3　ガソリン価格の構成要素

項目	値	備考
ガソリン税	53.8 円/L	
石油税	2.8 円/L	2016 年 4 月より
消費税	10%	2019 年 10 月より
精製マージン	15.4 円/L	図 7-6 の範囲 7.3～23.6 円/L より
流通マージン	17.5 円/L	図 7-6 の範囲 8.4～26.7 円/L より

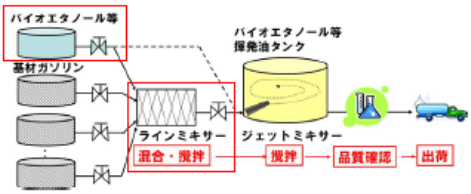
また、バイオエタノールについては輸入時の関税が無税化されており、表 7-3 のガソリン税も免税措置が取られている（図 7-7 参照）。石油税についてもバイオエタノールには当

てはまらないため、混合ガソリンのコストを計算する際にはバイオエタノールに関するこれらの税金を除くこととする。

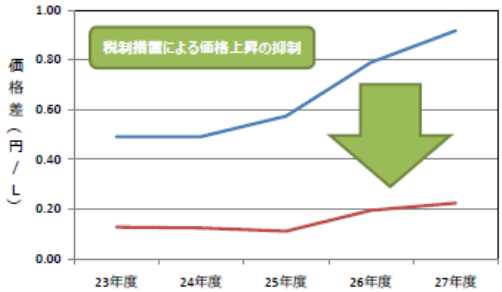
- 2011～2015年度の間、バイオエタノールの導入に必要なインフラ整備に関する助成を実施。
- また、バイオエタノールの導入によるガソリン価格の上昇を抑制し、バイオ燃料の導入を促すため、①バイオエタノール等の輸入時の関税無税化、②揮発油税の免税措置、を継続的に実施。

○インフラ整備に関する助成措置

バイオ燃料の導入に必要となるインフラ（バイオ燃料の貯蔵設備、混合設備、受入・出荷設備等）について、整備支援を実施。



○関税無税化及び揮発油税の課税標準特例による低減効果



	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
インフラ整備に関する助成額	8.9億	8.4億	15.0億	11.8億	8.0億	－	－
関税無税化による減収（見込）額	26.6億	23.8億	26.9億	31.2億	29.6億	36.9億	40.0億円
揮発油税の課税標準特例による減収（見込）額	191.6億	193.4億	229.5億	277.9億	364.9億	393.3億	440.0億円
合計額	**227.1億**	**225.6億**	**271.4億**	**320.9億**	**402.5億**	**430.2億**	**480.0億円**

27

図 7-7　バイオエタノールの導入に対する支援措置

出典：資源エネルギー庁，バイオエタノールの導入に関するこれまでの取組と最近の動向（2017）[6]

7.2-4　エタノールや ETBE とガソリンのブレンドコスト

エタノールのブレンドに関わるコストについては詳細なデータが出ていないが、2005 年に北海道が国産バイオエタノールの導入を実施したときの事前検討を行い、表 7-4 に示すように、3 万 kL/年のエタノールの受入設備～混合・充填設備までの設備整備コストを試算した。

表 7-4　E3 ガソリンの供給施設の整備コスト

	設　　備	投資額（億円）	耐用年数（年）	年経費（億円）
臨海型油槽所	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（６００ＫＬ　２基）	１．０	１５	０．０８
	所内配管、移送設備	０．９	１５	０．０７
	混合、充填設備	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
	土建工事	０．６	１５	０．０５
		６．９		０．５７

出典：北海道庁，バイオマス燃料等新燃料の実用化について（2005）[91]

設備の運用コストは不明であるが、年経費（0.57 億円/年）を製造量（3 万 kL/年）で除すことにより L 当たりの混合コストを 1.9 円/L として取り扱う。

7.2-5　その他の条件

図 7-8 にアメリカにおけるバイオエタノールのガソリンへの直接混合のフロー図を示す。ここで、混合用のガソリンにはサブオクタンガソリンを用いている。

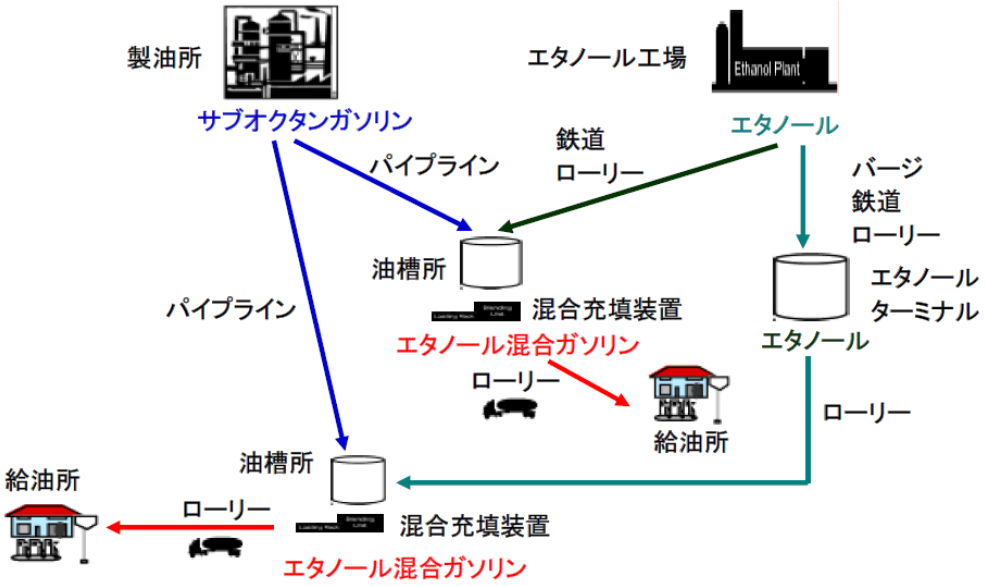


図 7-8　アメリカのエタノール混合ガソリンの製造方法

出典：エタノール混合ガソリンの国内流通インフラへの影響[92]

一般的に、ガソリンにバイオエタノールを混合すると、混合ガソリンのオクタン価[11]が上昇する。レギュラーガソリンの規格に合致した混合ガソリンを製造するためにはオクタン価が低いガソリンにバイオエタノールを混合する必要がある。

我が国では宮古島の E3 実証や新潟の JA による実証でバイオエタノールの直接混合を実施した。

宮古島の E3 実証では南西石油が混合用ガソリンを供給していたが、2016 年度に南西石油が太陽石油グループ傘下に入り、実証事業から撤退した。

新潟の JA による実証では独自に韓国から買い付けたサブオクタンガソリンと直接混合をしていた。

これらのプロジェクトからサブオクタンガソリンの価格情報は得られなかったが、参考として、RFA が示しているアメリカのサブオクタンガソリンの価格を表 7-5 に示す。サブオクタンガソリンはレギュラーガソリンに比べて 6～7%（3～4 円/L）安くなっている。

[11] ガソリンのエンジン内での自己着火のしにくさ、ノッキングの起こりにくさ（耐ノック性・アンチノック性）を示す数値である。オクタン価が高いほどノッキングが起こりにくい。
我が国では日本工業規格（JIS）でオクタン価が 96 以上のものがハイオク、オクタン価が 89 以上のものがレギュラーとして流通している。

表 7-5　アメリカのサブオクタンガソリン、レギュラーガソリン、エタノールの価格

DATA

Omaha Rack Prices and Cost to Blend E10 and E15

	A	B	C	D	E	F
	87-AKI Gas	**84-AKI Gas**	**Ethanol**	**RIN**	**E10 (87 AKI) Cost**	**E15 (88 AKI) Cost**
					*(B*0.9)+(C*0.1)-(D*0.1)*	*(B*0.85)+(C*0.15)-(D*0.15)*
JAN-18	$2.08	$1.95	$1.00	$0.66	$1.79	$1.71
FEB-18	$2.05	$1.92	$1.11	$0.65	$1.77	$1.70
MAR-18	$2.06	$1.93	$1.25	$0.46	$1.82	$1.76
AVG	**$2.06**	**$1.93**	**$1.12**	**$0.59**	**$1.79**	**$1.72**

All values are in $/gallon.

Sources: Nebraska Energy Office and OPIS (RINs)

出典：RFA（2018）[93]

また、RFA の報告によると、バイオエタノールは安価なガソリンのオクタン価向上剤であると述べている。図 7-9 および図 7-10 にそれぞれオクタン価向上剤の性能と価格を示す。

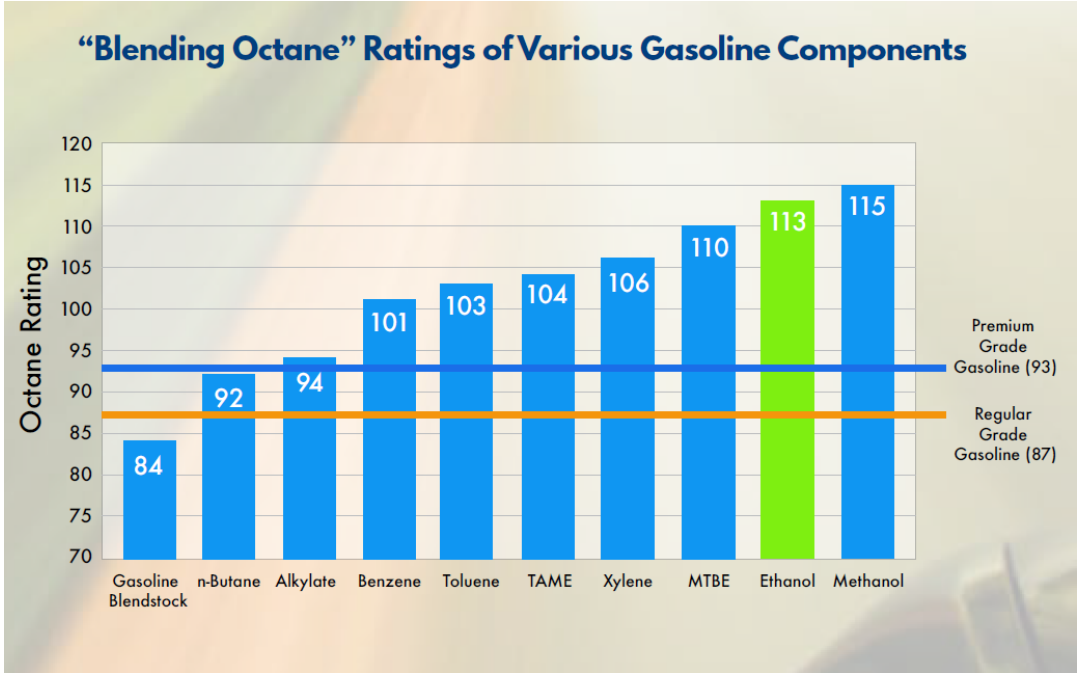


図 7-9　オクタン価向上剤の性能

出典：RFA（2016）[94]

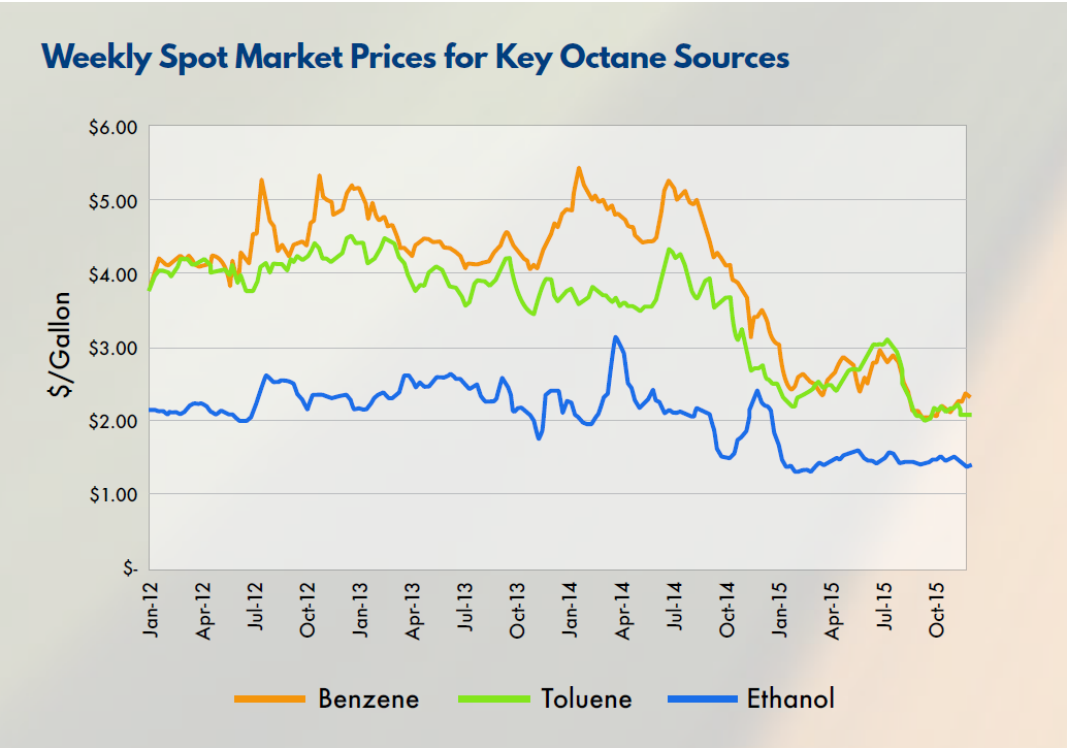


図 7-10　オクタン価向上剤の価格比較

出典：RFA（2016）[94]

7.3　コスト試算結果

コスト試算結果を図 7-11 からのグラフで示す。

図 7-11 は混合ガソリンの価格構成を比較したもので、条件としてはエタノールを 10%混合し、レギュラーガソリンの価格が 120 円/L の時のものである。

エタノール相当分の 10%以外は石油由来なので、石油税、ガソリン税、流通マージンは 3 つの条件で同等である。混合ガソリンに含まれる原油留分は直接混合の場合 90%、ETBE の場合 76%となるので、ETBE の方が少し安くなる。一方バイオ燃料コストは ETBE の方が多く混合されるため高くなる。

ETBE と直接混合で混合するガソリンを両方ともレギュラーガソリンと考えると、その価格差はほとんどないことがわかる。一方、直接混合について、サブオクタンガソリンをレギュラーガソリンよりも精製コストが 3 円/L 安いと想定して計算した場合、約 3 円/L の価格メリットが得られた。

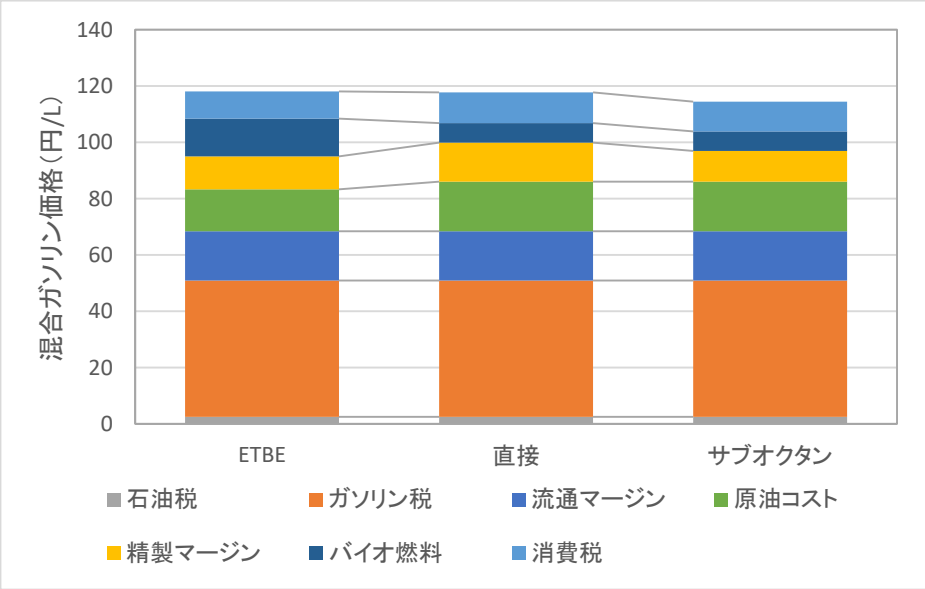


図 7-11　バイオエタノール混合ガソリン（E10 相当）の価格配分
（レギュラーガソリン 120 円/L 時）

この傾向はエタノールの混合割合を変えた場合も同様で、図 7-12 に示すように、概ね 3 円/L のコストメリットが見られた。

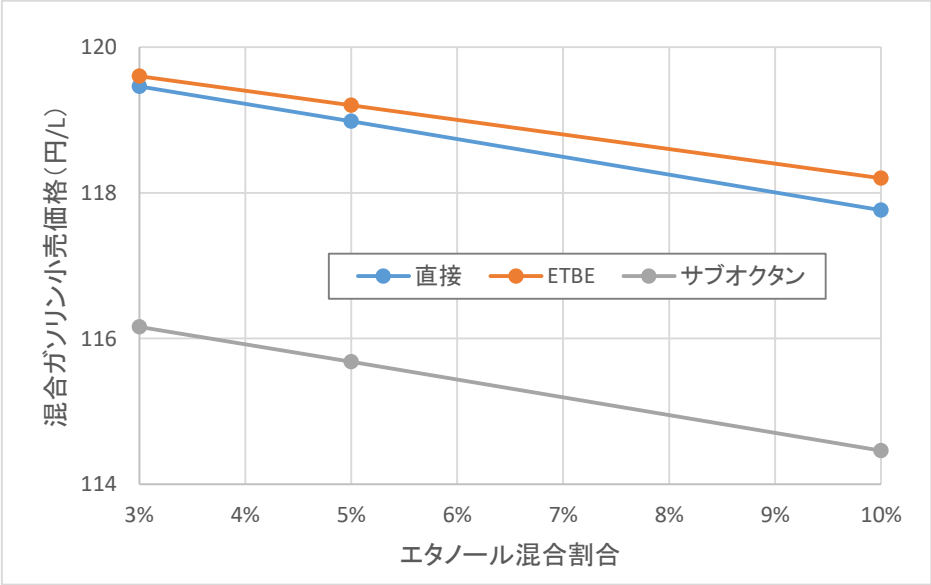


図 7-12　バイオエタノール混合ガソリンの小売価格試算結果
（レギュラーガソリン小売価格価格 120 円/L の時）

また、レギュラーガソリンの価格が変わった場合でも、サブオクタンガソリンが安いことは変わらないため、図 7-13 のような価格のメリットが見られた。

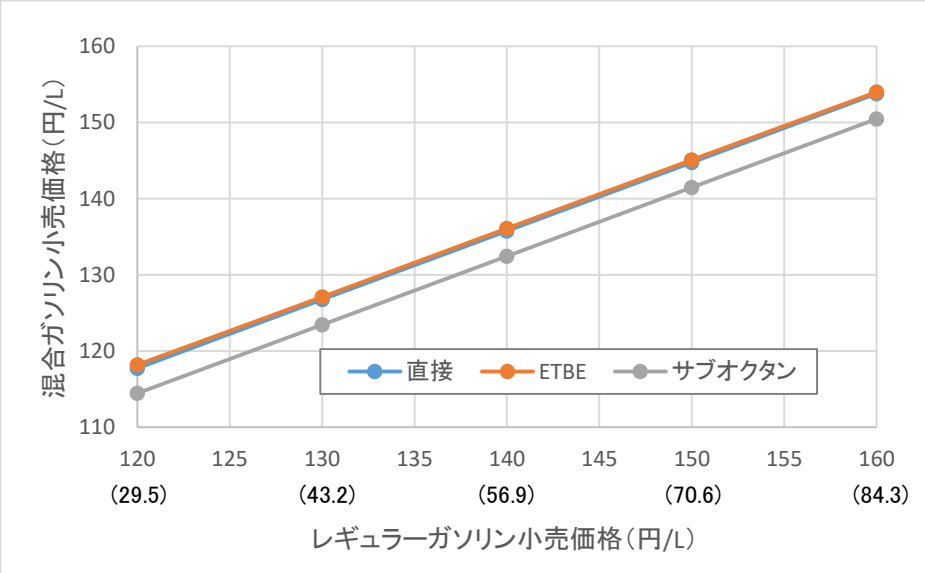


図 7-13　バイオエタノール混合ガソリン（E10）の小売価格に及ぼすレギュラーガソリン価格の影響（括弧内の数値は原油価格（$/bbl）、1$=105.66 円とする）

第8章　まとめ

本調査ではバイオエタノールの利活用に関する食物競合および混合技術について、経済性、環境性、持続可能性といった多面的な情報を整理した。

我が国が定めた「地球温暖化対策計画」によると、2017 年度から 2030 年度までに必要な追加的な CO_2 排出削減量は 2,089 万 t-CO2/年となり、目標達成のためには E10 の導入や現在 2022 年まで設定されている 50 万 kL/年の導入目標量の拡大が必要である。世界を見渡すと、先進国・途上国問わず、バイオ燃料の導入を義務付けている国々では、10%以上のバイオ燃料導入を義務づけているところが多いため、E10 の導入は特別多い利用量ではなく、むしろグローバルスタンダードに並ぶと考えられる。

現在大半のバイオエタノールがトウモロコシやサトウキビといった第一世代のバイオ燃料であるが、その利用によって従来言われていた食料価格の高騰や食料不足は起こっておらず、アメリカではトウモロコシ農地面積を増やさずに収穫量を増やすことに成功しているため、持続可能なバイオ燃料と考えることもできる。さらに、元々飼料作物として利用されてきたトウモロコシからエタノールを製造する際には、発酵残渣をカスケード利用する DDGS が飼料として併産されているため、食料競合の問題は起こっていない。

原料が食料と競合しないことから注目されている第二世代エタノールは未だ開発～実証中のものが多く、商業化を見据えると、製造コストが課題でもあるため、当面は必要量を第二世代で賄うのは困難と見られる。喫緊の課題である温暖化への対策としては持続可能な第一世代バイオ燃料を積極的に利用することも考慮すべきと考えられる。

現在我が国ではバイオエタノールを ETBE に転換した燃料を利用しており、そのほとんどはアメリカで転換されたもの、一部はブラジルから輸入したバイオエタノールを国内で ETBE に転換している。

一方、世界を見渡すと、バイオエタノールを ETBE に転換して利用している国は少ない。バイオエタノール生産量世界第一位のアメリカ、第二位のブラジルともにバイオエタノールをガソリンに直接混合して利用しており、ETBE を利用していた欧州のフランスおよびスペインも直接混合が主流になりつつある。

さらに、我が国の法整備状況を見ると、すでにバイオエタノールを 10%直接混合したガソリンである E10 の導入に関する法整備状況はすでに整っている。

バイオエタノールの導入拡大については必要な設備コストが高くなることも懸念材料の一つであるが、バイオエタノールの導入当時は設備の付加や改造費が高額であると言われたが、現在すでに ETBE とエタノールで合計 50 万 kL（原油換算）を輸入し、取り扱っているため、E10 の導入に必要な設備投資も当時よりは軽微となる。また、混合ガソリンの価格も ETBE への転換が無い分、直接混合の方が安価になることが予想される。

石油業界は E10 を ETBE で導入するよりもエタノールで導入した方が輸入量は少なくなり、さらに本業である原油の輸入量を大きく減らさずに実施できるメリットがある。

以上のことから、今後温暖化対策としてバイオエタノールの導入拡大を考えるためには E10 の導入が必要であり、利用方法についてもエタノールの直接混合を含めて広く見なおすべきではないかと考えられる。

参考文献・引用文献

[1] IEA, “Energy Technology Perspectives 2020 Launch to the press,” 2020, no. September.

[2] IEA, “Energy Technology Perspectives 2020,” 2020.

[3] 環境省, “日本の約束草案（2020年以降の新たな温室効果ガス排出削減目標）,” 2020. [Online]. Available: https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2020.html. [Accessed: 26-Sep-2020].

[4] 環境省, “地球温暖化対策計画,” 2016.

[5] “従来車等の燃料へのバイオエタノール導入拡大の可能性,” 2020.

[6] 資源エネルギー庁, “バイオエタノールの導入に関するこれまでの取組と最近の動向,” *我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第1回）*, 2017. [Online]. Available: https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/bio_nenryo/pdf/001_02_00.pdf. [Accessed: 16-Jul-2020].

[7] 資源エネルギー庁, “バイオ燃料の導入に係る高度化法告示の検討状況について,” *第27回 総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会*, 2019. [Online]. Available: https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shigen_nenryo/pdf/027_05_00.pdf. [Accessed: 24-Aug-2020].

[8] 経済産業省, “2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けたバイオジェット燃料の導入までの道筋検討委員会,” 2018. [Online]. Available: https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment/biojet/006_haifu.html. [Accessed: 24-Aug-2020].

[9] 資源エネルギー庁, “次期判断基準のあり方に関する考え方（改訂版）（案）,” *我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第2回）*, 2018. [Online]. Available: https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/bio_nenryo/pdf/002_03_00.pdf. [Accessed: 16-Jul-2020].

[10] 資源エネルギー庁, “ガソリンGHG排出量改定案等について,” *我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第5回）*, 2020. [Online]. Available: https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/bio_nenryo/pdf/005_03_00.pdf. [Accessed: 20-Sep-2020].

[11] 資源エネルギー庁, “我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会.” [Online]. Available: https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/bio_nenryo/index.html. [Accessed: 21-Sep-2020].

[12] USDA Foreign Agricultural Service, “Japan Biofuels Annual Market for Liquid Transport Biofuels Remains Steady as Japan Remains Focused on Advanced Fuels,” 2015.

[13] USDA Foreign Agricultural Service, “Biofuels Annual Japan,” 2019.

[14] 石油連盟, “石油業界の政府との約束.”

[15] JBSL, “JBSL事業内容.” [Online]. Available: http://www.jbsl.jp/content/index.html. [Accessed: 16-Oct-2017].

[16] 環境省, “石油連盟 ヒアリング資料,” 中長期ロードマップ小委員会（第５回）, 2010. [Online]. Available: https://www.env.go.jp/council/06earth/y0611-05.html. [Accessed: 24-Aug-2020].

[17] 資源エネルギー庁, “パブリックコメントの結果及び御意見に対する回答（案）,” *我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第2回）*, 2018. [Online]. Available: https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/bio_nenryo/pdf/002_02_00.pdf. [Accessed: 24-Aug-2020].

[18] NEDO, “セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業.” [Online]. Available: https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100095.html. [Accessed: 21-Sep-2020].

[19] NEDO, “バイオジェット燃料生産技術開発事業.” [Online]. Available: https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100127.html. [Accessed: 21-Sep-2020].

[20] 積水化学工業, “‘ごみ’を‘エタノール’に変換する世界初の革新的生産技術を確立,” 2017. [Online]. Available: https://www.sekisui.co.jp/news/2017/1314802_29186.html. [Accessed: 01-Mar-2019].

[21] GREEN EARTH INSTITUTE, “石油由来ではない化学品を作り出す.” [Online]. Available: http://gei.co.jp/ja/business.html#Products. [Accessed: 21-Sep-2020].

[22] ユーグレナ, “存在感を増すユーグレナバイオディーゼル燃料.” [Online]. Available: https://www.euglena.jp/projects/g20/. [Accessed: 21-Sep-2020].

[23] REN21, “Renewables 2020 Global Status Report,” 2020.

[24] US DOE, “Alternative Fuels Data Center.” [Online]. Available: Alternative Fuels Data Center. [Accessed: 11-Aug-2020].

[25] OECD/FAO, “OECD-FAO AGRICULTURAL OUTLOOK 2019-2028,” 2019.

[26] J. Lane, “The Digest’s Biofuels Mandates Around the World 2020,” *Biofuels Digest*, 2020. [Online]. Available: https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2019/12/31/the-digests-biofuels-mandates-around-the-world-2020/. [Accessed: 22-Aug-2020].

[27] USDA Foreign Agricultural Service, “Biofuels.” [Online]. Available: https://www.fas.usda.gov/commodities/biofuels. [Accessed: 22-Aug-2020].

[28] R. Schnepf and B. D. Yacobucci, “Renewable Fuel Standard (RFS): Overview and Issues,” 2013.

[29] EPA (US Environmental Protection Agency), “Proposed Renewable Fuel Volumes for Calendar Years 2014, 2015 and 2016 Documents.” [Online]. Available: http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2015-06-10/pdf/2015-13956.pdf. [Accessed: 17-Oct-2015].

[30] RFA, “Statistics.” [Online]. Available: http://www.ethanolrfa.org/pages/statistics. [Accessed: 02-Oct-2015].

[31] RFA, “2014 U.S. Ethanol Exports and Imports Statistical Summary,” 2014.

[32] RFA, “2019 U.S. Ethanol Exports and Inports Statistical Summary,” 2019.

[33] J. A. P. Rico, “Programa de Biocombustíveis no Brasil e na Colômbia: uma análise da implantação, resultados e perspectivas,” 2007.

[34] D. N. Cassuto and C. Gueiros, “The Evolution of the Brazilian Regulation of Ethanol and Possible Lessons for the United States,” *Wisconsin Int. Law J.*, 2013.

[35] E. Voegele, “Brazil to increase ethanol blend to 27 percent,” *Ehtanol Producer Magazine*, 2015. .

[36] USDA Foreign Agricultural Service, “Brazil Biofuels Annual 2019,” 2019.

[37] UNICA, “UNICADATA.” [Online]. Available: http://www.unicadata.com.br/index.php?idioma=2. [Accessed: 02-Oct-2015].

[38] ANP (Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis), “Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - índice.” [Online]. Available: http://anp.gov.br/. [Accessed: 11-Oct-2015].

[39] USDA Foreign Agricultural Service, “Brazil Biofuels Annual Report 2013,” 2013.

[40] 三井住友銀行, “金利一覧・外国為替相場,” 2015. [Online]. Available: http://www.smbc.co.jp/ex/ExchangeServlet?ScreenID=tento. [Accessed: 10-Oct-2015].

[41] USDA Foreign Agricultural Service, “Biofuels.” [Online]. Available: https://www.fas.usda.gov/commodities/biofuels. [Accessed: 27-Dec-2018].

[42] USDA Economic Research Service, “U.S. Bioenergy Statistics.” [Online]. Available: https://www.ers.usda.gov/data-products/us-bioenergy-statistics/. [Accessed: 27-Dec-2018].

[43] BIN, “バイオマス白書2013,” 2013.

[44] 日高千絵子, “ブラジルの砂糖・エタノール産業を巡る状況～2011/12年度の減産と最近の問題について～,” 2012. [Online]. Available: http://www.alic.go.jp/joho-s/joho07_000611.html. [Accessed: 14-Oct-2015].

[45] USDA, “Biofuels Annual 2018 Brazil,” *Glob. Agric. Inf. Netw. Rep.*, no. March, p. 15, 2018.

[46] EIA, “International Energy Statistics.” [Online]. Available: https://www.eia.gov/beta/international/. [Accessed: 27-Dec-2018].

[47] IEA, “Statistics.” [Online]. Available: http://www.iea.org/statistics/. [Accessed: 02-Dec-2015].

[48] Ministry of Energy, “Energy Policy and Planning office (EPPO).” [Online]. Available: http://www.eppo.go.th/index.php/en/. [Accessed: 14-Sep-2020].

[49] P. Jenvanitpanjakul, “Research and Technological Development for Sustainable Biomass Utilization in Asian Countries,” in *The 6th Biomass Asia Workshop*, 2009.

[50] 株式会社三菱総合研究所, “平成25年度石油産業体制等調査研究（バイオ燃料に関する諸外国の動向と持続可能性基準の制度運用等に関する調査）報告書,” 2014.

[51] J. Lane, “Biofuels Mandates Around the World: 2015,” *Biofuels Digest*, 2014. [Online]. Available: http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2014/12/31/biofuels-mandates-around-the-world-2015/. [Accessed: 02-Oct-2015].

[52] USDA Foreign Agricultural Service, *Biofuels Annual Thailand*. 2019.

[53] FAO, “FAOSTAT.” [Online]. Available: http://www.fao.org/faostat/en/. [Accessed: 06-Mar-2019].

[54] IEA bioenergy Task 39, “Commercializing liquid biofuels from biomass.” [Online]. Available: https://demoplants.bioenergy2020.eu/. [Accessed: 27-Dec-2018].

[55] 小泉達治, “バイオ燃料と食料需給,” 2016.

[56] 農林水産省, “世界の穀物需給及び価格の推移.” [Online]. Available: https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j_zyukyu_kakaku/. [Accessed: 19-Sep-2020].

[57] G. Ferrett, “Biofuels ‘crime against humanity,’” *BBC News*, 2007. [Online]. Available: http://news.bbc.co.uk/2/hi/7065061.stm. [Accessed: 19-Sep-2020].

[58] A. Chakrabortty, “Secret report: biofuel caused food crisis,” *The Guardian*, 2008. [Online]. Available: https://www.theguardian.com/environment/2008/jul/03/biofuels.renewableenergy. [Accessed: 19-Sep-2020].

[59] 農林水産省, “飼料をめぐる情勢,” 2016.

[60] FAO, *The State of Food Security and Nutrition in the World*. 2018.

[61] 農林水産省, “世界の食料自給率.” [Online]. Available: https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/013.html. [Accessed: 15-Sep-2020].

[62] 資源エネルギー庁, “バイオマス発電燃料の食料競合について,” in *第6回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 新エネルギー小委員会 バイオマス持続可能性ワーキンググループ*, 2020.

[63] アメリカ穀物協会, “バイオエタノールの環境・社会・社会的貢献報告書,” 2016.

[64] 石井孝明, “バイオエタノール食糧不足と関係ない？−米国販売意欲,” 株式会社アゴラ研究所, 2016. [Online]. Available: http://agora-web.jp/archives/2022132.html. [Accessed: 19-Sep-2020].

[65] FAO, “The State of food and agriculture, 2008,” 2008.

[66] A. MADRIGAL, “Don’t Blame Biofuels for Food Crisis,” *Wired*, 2018. [Online]. Available: https://www.wired.com/2008/10/un-report-paint/. [Accessed: 20-Sep-2020].

[67] Food and Agriculture Organisation, “Bioenergy and Food Security,” 2010.

[68] 国立環境研究所, “人類は食料危機を乗り越えたのか,” 2013. [Online]. Available: http://www.nies.go.jp/ica-rus/foodproblem/seminar_20121108.html#section02. [Accessed: 19-Sep-2020].

[69] USDA, “Data Products.” [Online]. Available: https://www.ers.usda.gov/data-products.aspx. [Accessed: 25-Sep-2020].

[70] U.S. Grains Council, “Distiller’s Dried Grains with Solubles (DDGS),” 2012.

[71] 農林水産省 食料産業局, “海外食料需給レポート（Monthly Report） 2017年4月,” 2017. [Online]. Available: https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j_rep/monthly/201704/attach/pdf/201704-6.pdf. [Accessed: 27-Sep-2020].

[72] 農林水産省農林水産政策研究所, “EU の農業改革に影響を与えるバイオ燃料の政策と生産状況について（1）～砂糖・穀物需給への影響を含む～,” 2008. [Online]. Available: https://sugar.alic.go.jp/world/report_d/report_d0805a.htm. [Accessed: 22-Sep-2020].

[73] “2003/238/EC: Commission Decision of 15 May 2002 on the aid scheme implemented by France applying a differentiated rate of excise duty to biofuels (notified under document number C(2002) 1866) (Text with EEA relevance),” 2002. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32003D0238&from=EN. [Accessed: 27-Sep-2020].

[74] Alic調査情報部, “再生可能資源エネルギー利用促進指令の成立とEU のバイオエタノール産業について,” 2009. [Online]. Available: https://www.alic.go.jp/starch/world/report/200903-01.html. [Accessed: 22-Sep-2020].

[75] USDA Foreign Agricultural Service, “Spain Biofuels Policy and Market,” 2020.

[76] USDA Foreign Agricultural Service, “EU Biofuels Annual 2018,” 2018.

[77] M. Sapp, “Global Bioenergies making headway with bio-based isooctane and ETBE,” *Biofuels Digest*, 2016. [Online]. Available: https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2016/08/11/global-bioenergies-making-headway-with-bio-based-isooctane-and-etbe/. [Accessed: 22-Sep-2020].

[78] “Bio-ethers in the global gasoline pool,” *Asian Clean Fuel Association*, 2019. [Online]. Available: https://www.acfa.org.sg/newsletterinfocus30_01.php. [Accessed: 22-Sep-2020].

[79] DEDE, “Thailand’s Country Report in Energy Efficiency.” [Online]. Available: http://www2.dede.go.th/kmberc/Presentation/RE&EE_Poliicy_Oct05.pps. [Accessed: 27-Sep-2020].

[80] P. Suksri, “Demand for Gasohol and Pricing Policy in Thailand,” *Thammasat Econ. J.*, vol. 29, no. 3, pp. 58–80, 2011.

[81] UN, “Thailand’s Policy and Implementation on Energy.” [Online]. Available: https://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/thai/energy.pdf. [Accessed: 28-Sep-2020].

[82] 山田清志, “自工会、バイオガソリンはETBE方式のほうが望ましい,” *Response*, 2007. [Online]. Available: https://response.jp/article/2007/04/19/93863.html. [Accessed: 28-Sep-2020].

[83] 環境省, “輸送用エコ燃料の普及拡大について ｜ バイオ燃料,” 2006. [Online]. Available: https://www.env.go.jp/earth/ondanka/biofuel/materials/rep_h1805.html. [Accessed: 28-Sep-2020].

[84] 環境省, “輸送用エコ燃料の普及拡大について（補遺版） ｜ バイオ燃料,” 2009. [Online]. Available: https://www.env.go.jp/earth/ondanka/biofuel/materials/rep_h2101.html. [Accessed: 28-Sep-2020].

[85] 日本自動車工業会, “次世代自動車の現状と展望,” 2009. [Online]. Available: https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tikyuu/kaisai/dai04tyuuki/siryou3_2-2.pdf. [Accessed: 28-Sep-2020].

[86] 石油連盟, “バイオ燃料の持続可能性基準の検討について.” [Online]. Available: https://www.paj.gr.jp/from_chairman/data/about_bio1.pdf. [Accessed: 28-Sep-2020].

[87] 廣瀬敏之, “ガソリン車バイオ燃料WG研究報告,” in *JATOP第２回成果発表会*, 2012.

[88] 大阪府, “E10利用のための法整備.” [Online]. Available: http://www.pref.osaka.lg.jp/chikyukankyo/e10/gov.html. [Accessed: 18-Sep-2020].

[89] 資源エネルギー庁, “石油製品価格調査.” [Online]. Available: https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html. [Accessed: 31-Jul-2020].

[90] 小嶌正稔, “石油製品の価格構造と価格形成メカニズム,” 経営研究所論集, vol. 23, pp. 225–257, 2000.

[91] 北海道庁, “バイオマス燃料等新燃料の実用化について,” 2005. [Online]. Available: http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/kke/sene/biomasskaigi.html. [Accessed: 30-Jul-2020].

[92] “エタノール混合ガソリンの国内流通インフラへの影響.” [Online]. Available: http://pacjapan.com/pacjapan_ae technique/ae document/Etanole.pdf. [Accessed: 02-Sep-2020].

[93] RFA, “ETHANOL IS SAVING AMERICAN DRIVERS AT LEAST $39 BILLION IN GASOLINE EXPENSES,” 2018.

[94] RFA, “Ethanol Industry Outlook,” 2016.

APPENDIX

高度化法が制定されて以降の審議

関連する調査は以下の通り
H25 バイオ燃料に関する諸外国の動向と持続可能性基準の制度運用等に関する調査
H26 バイオ燃料に関する諸外国の動向と持続可能性基準の制度運用等に関する調査
H27 バイオ燃料を中心とした我が国の温室効果ガス削減に向けた燃料政策に関する調査（委託先：三菱総研）
H28 バイオ燃料を中心とした我が国の燃料政策のあり方に関する調査（委託先：三菱総研）
調査の一環で委員会／事業者ヒアリングが実施された
H29 からは正式な委員会として公開の場で方向性協議に変更。
H29 我が国の燃料政策におけるバイオ燃料等のあり方に関する調査（委託先：日本総研）
H30 バイオ燃料を中心とした我が国の燃料政策の在り方に関する調査（委託先：日本総研）

H30 の報告書作成に並行して以下技術検討委員会形式で裏付けが取られた。

「我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会」

平成 29 年度
- 第 1 回 2017 年 12 月 27 日
- 第 2 回 2018 年 1 月 26 日

令和 1 年度
- 第 3 回 2019 年 10 月 30 日
- 第 4 回 2020 年 2 月 14 日

令和 2 年度
- 第 5 回 2020 年 6 月 1 日

第 2 期告示改定／次期判断基準のあり方に関する考え方（案）について（次世代エタノールの算入とその量）

高度化法告示におけるガソリンの GHG 排出量に係る論点
（次世代エタノールの優遇係数を 2 を上限）

バイオ燃料は、運輸部門におけるエネルギー代替、低炭素化の有力手段の一つと位置付けつつも、3E に照らし合理的な形での導入方針を検討すべき

我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 1 回）2017 年 12 月 27 日

- 議事次第（PDF 形式：59KB）
- 委員名簿（PDF 形式：111KB）
- 座席表（PDF 形式：191KB）
- 資料 1-1　「我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会」の開催について（PDF 形式：349KB）
- 資料 1-2　議事の取扱い等について（案）（PDF 形式：148KB）
- 資料 2　バイオエタノールの導入に関するこれまでの取組と最近の動向（PDF 形式：1,659KB）
- 資料 3　次世代バイオエタノールの研究開発の状況（PDF 形式：1,575KB）
- 資料 4　次期判断基準のあり方に関する考え方（案）（PDF 形式：1,096KB）
- 議事録（PDF 形式：478KB）

我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 2 回）2018 年 1 月 26 日

- 議事次第（PDF 形式：99KB）
- 委員名簿（PDF 形式：112KB）
- 座席表（PDF 形式：88KB）
- 資料 1　第 1 回会合における御指摘に関する対応方針（PDF 形式：903KB）
- 資料 2　パブリックコメントの結果及びご意見に対する回答（案）（PDF 形式：1,297KB）
- 資料 3　次期判断基準のあり方に関する考え方（改訂版）（案）（PDF 形式：1,183KB）
- 資料 4　非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準の一部を改正する告示案等について（PDF 形式：283KB）
- 議事録（PDF 形式：418KB）

我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 3 回）2019 年 10 月 30 日

- 議事次第（PDF 形式：92KB）
- 委員名簿（PDF 形式：112KB）
- 資料　高度化法告示におけるガソリンの GHG 排出量に係る論点（PDF 形式：784KB）
- 議事録（PDF 形式：350KB）

我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 4 回）2020 年 2 月 14 日

- 議事次第（PDF 形式：92KB）
- 委員名簿（PDF 形式：113KB）
- 資料　海外のガソリン LCA に係る論点（PDF 形式：1,688KB）
- 議事録（PDF 形式：337KB）

我が国のバイオ燃料の導入に向けた技術検討委員会（第 5 回）2020 年 6 月 1 日

- 資料 1　議事次第（PDF 形式：43KB）
- 資料 2　委員名簿（PDF 形式：60KB）
- 資料 3　ガソリン GHG 排出量改定案等について（PDF 形式：473KB）
- 参考資料 1　高度化法告示におけるガソリンの GHG 排出量に係る論点（第 3 回本委員会資料）

（PDF 形式：567KB）

- 参考資料 2　海外のガソリン LCA に係る論点（第 4 回本委員会資料）（PDF 形式：762KB）
- 参考資料 3　非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準（PDF 形式:211KB）
- 議事録（PDF 形式：356KB）

http://
www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/
kke/sene-shiryou/bio-
etanohrubijinesupuran.pdf

バイオエタノールの実用化ビジネスプラン
（道内における取組のあり方）

バイオエタノールについて

1　バイオエタノールとは？

サトウキビ、トウモロコシ等のバイオマスを原料とするエタノール（アルコールの一種）を、バイオエタノール（もしくは、バイオマスエタノール）という。用途は、飲料用、工業用、燃料用。石油等の化学工業原料から製造したものと、成分上は変わらない。

2　国の取り組み

経済産業省 （資源エネルギー庁）	・揮発油等の品質の確保等に関する法律（品確法）　H15.5.28改正（H15.8.28施行） → ガソリンの定義の明確化、アルコール混合許容値等追加（エタノール３．０%以下、酸素濃度１．３%以下） ・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　開催：第１回（H14.11）～第２１回（H18.6） ○第二次中間報告（H16.7）　現状の課題と対応策のあり方を整理 → 燃料政策小委員会にＥＴＢＥ利用検討ワーキンググループを設置　開催：第１回（H17.4）～第９回（H18.4） ○ＥＴＢＥ利用検討ワーキンググループとりまとめ（H18.5）　ＥＴＢＥの導入の意義及び今後の課題等 ・輸送用燃料利用拡大のための制度基盤検討会（第１回：H19.2）利用拡大に向け公的制度基盤等について検討（具体論はWG検討）
環境省	・再生可能燃料利用推進会議　開催：第１回検討会（H15.7）～第４回（H16.3） ○バイオエタノール混合ガソリン等の利用拡大について（第一次報告）（H16.3）　導入に向けてのシナリオ等 ・エコ燃料利用推進会議　第１回（H17.12）～第４回（H18.5）※輸送用エコ燃料の検討 ○エコ燃料利用推進会議報告（H18.5）　輸送用エコ燃料の普及拡大に向け、導入シナリオ及び支援方策等
農林水産省	・バイオマス・ニッポン総合戦略推進会議（H19.2）　国産バイオ燃料の大幅な生産拡大に向けた工程表などが示される

3　道内及び他県の取り組み

道内	十　勝	・十勝バイオマス利活用促進会議を中心に地域の産学官が連携し、研究開発や実用化に向けた検討を実施。　H19.E10走行試験
	苫小牧	・民間企業を中心に苫小牧バイオマス研究会を設立。関連産業の創出を目指し調査研究等を実施
道外	沖縄県	・宮古島：りゅうせき、沖縄精糖等地元企業が中心となった製造から利用までの一貫した実証試験事業 ・伊江島：アサヒビールが中心となった、作物の栽培と、製造から利用までの一貫した実証試験事業
	大阪府	・バイオエタノール・ジャパン・関西が実施する国内初の商用プラント（H19.1稼働）。大阪府はＥ３給油実証試験を実施
	岡山県	・三井造船が真庭市において、木質系原料によるエタノール製造実証及びＥ３実証。NEDO実証試験事業
	山形県	・新庄市が玉川大学バイオマスセンター誘致。ソルガム栽培からエタノール製造実証実施。全国に先駆けＥ３の公用車走行を実施

4　バイオエタノールの主な課題

供給安定性	・国内ガソリンの３%をエタノールに置き換える場合、１８０万kL/年のエタノールが必要 ・供給余力を有するのは実質的にブラジル一国であり、かつ国産での早期に大規模な供給開始は困難な状況
経済性	・ガソリン及びエタノール輸入価格と比較して国産の製造コストが高い
流通インフラへの投資	・E3として活用する場合、油槽所にガソリンとの混合設備が必要になるなど、設備投資が必要

5　海外の動向及び海外のエタノールの生産実績

順位	国名等	生産量	シェア	内　　容
１位	ブラジル	1,670万kL	36.3%	・20～25%混合を義務付。ガソリン車は全てE25対応。フレキシブル燃料車等が普及
２位	米国	1,500万kL	32.6%	・一部の州で10%混合を義務付。ガソリン車は全てE10対応。フレキシブル燃料車が普及 ・一般教書演説でセルロース系製造技術開発の推進(2006)、２０１７年までに１．３億ｋｌ導入目標(2007)
３位	中国	380万kL	8.3%	・４省において2005年末までにE10化（車両用エタノールガソリン拡大試験計画の目標）

※生産実績→農水省ＨＰ、内容→エコ燃料利用推進会議報告書より

バイオエタノールを実用化する上での留意事項

＜エタノールを巡る環境＞

１　エタノール製造技術開発及びＥ３流通実証事業について

＊製造技術開発：バイオマスエネルギー高効率転換技術開発事業（平成１３～１７年度）
・国の委託を受け、アルコール協会がリーダーとなって、大学、関係団体、民間企業が、木質バイオマス等を原料に高効率の発酵技術、膜技術、酵母の育種、Ｅ３走行試験などを実施。→　発酵技術の開発など各研究成果を得る。

＊流通実証事業：ＰＥＣのＥ３実証事業（平成１６～１７年度）
・国の委託を受け、石油産業活性化センター（ＰＥＣ）が、石油会社の協力を得て、６地域のＳＳにＥ３を供給し、流通過程における技術的課題を検証。→　品質変化等は実証試験を通じて認められない等の結果を得る。

Ｈ１９以降も、農林水産省によるバイオ燃料地域利用モデル実証事業をはじめ、関係省庁による技術開発・実証事業が予定されている。

２　石油業界（石油連盟）等の対応

・燃料蒸発ガスを増加させない（＝環境上の問題がない）及び水分混入による分離がなく腐食性もない（＝安全性に問題ない）方法
・水分対策のための設備投資（約３，０００億円）が必要となるＥ３よりもコスト的に安価な方法

・Ｈ１８．１　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決定（約３６万ＫＬ/年＝原油換算約２１万ＫＬ/年）
＊ＥＴＢＥ：エタノールと石油系ガスであるイソブテンを化学合成し製造。Ｅ３と同じくガソリンへの添加が可能でありＥ３のように水分混入の問題がない。
・Ｈ１８．１１　バイオエタノール及びバイオＥＴＢＥの調達・供給を共同で行う新組織（バイオマス燃料供給有限責任事業組合）の設立を決定
・Ｈ１９．３　フランスからバイオＥＴＢＥを輸入
・Ｈ１９．４　バイオＥＴＢＥ流通実証事業（２年間、首都圏のＳＳ(H19:50 箇所・H20:100 箇所)にて試験販売）開始
※Ｈ１９．４．　日本自動車工業会会長が石油連盟の採用したＥＴＢＥ方式が良いと見解（報道より）

＜エタノールの製造＞

１　何を原料に製造するか？

・原料としては、デンプン系（米、麦、ジャガイモ、トウモロコシ）と糖質系（ビート）で全体工程は異なる。季節的に集中する生産を平準化し、原料保管で対応できるデンプン系は魅力。

工程概要　　デンプン原料 → 液化（糊化） → 糖化（酵素処理） → 発酵 → 蒸留 → エタノール
糖質原料（ビートジュース）　　＊木質系もデンプンと同様の工程

・両原料は発酵、蒸留部分は兼用可能。廃棄物処理は、残渣の製品化に応じたシステムを持つ必要あり。

＜エタノールの流通＞

１　最終製品をＥＴＢＥとした場合

ＥＴＢＥであれば、石油会社が製油所で生産し品質を保証。石油会社は、バイオエタノールを外部から購入。石油業界は品質、供給安定性及び価格等を総合的に勘案して輸入又は国産により調達する。

２　最終製品をＥ３とした場合

①どの時点でＥ３を生産（ブレンド）するか？

・製油所でブレンドする場合
品質保証を含め、既存の石油製品の流通と同じ。全国普及を図る上では最も効率的。ただし、石油業界は当面ＥＴＢＥ方式の導入を決定しており、協力を得ることは困難。また、石油会社の全国レベルでの適地生産となるため、道産エタノールが利用されるかどうかは不明であり、輸入品との激しい競争となる。

・油槽所でブレンドする場合
地域限定モデルの場合は、この方式を検討する例が多い。地元企業が運営する寄託油槽所（地元企業が所有・運営し、元売会社が製品を寄託）で、ブレンドするパターン。当該地元企業は、元売りの特約店で石油販売業を行っていることから、関連する法規や製品のハンドリングに一定のノウハウがある。 → 沖縄県の（株）りゅうせきのプロジェクトはこの事例

※石油製品の流通
製油所（一次基地）→ 臨海油槽所（２次基地）→ 内陸油槽所（３次基地）→ 給油所 → 消費者
↑　　↑
原油輸入　　製品輸入（ガソリン・軽油等）

②誰が品質を証明するか？

・ガソリンの場合
元売りが品質を保証。給油所は元売りに対し仕入れた製品を販売するとの契約を交わし、経産局へ販売登録を申請。製品にトラブルがあった場合は、元売りと給油所による連帯保証を行うことを契約書に盛り込む。

・Ｅ３の場合
ブレンドした時点で新たな製品であり、ブレンドした事業者は品確法に基づく強制規格の品質を保証する必要がある。

③蒸気圧の規制が行われた場合は？

・品確法の揮発油規格で蒸気圧（６５ kpa 以下）の規制が検討されている。レギュラーガソリンでＥ３を製造すると、蒸気圧が上昇（ガソリンが気化しやすくなる）し、この規制を満たすことができないおそれがある。ＰＥＣのＥ３実証事業ではサブオクタンガソリンが使用された。

・現行では、レギュラーガソリンでのＥ３製造も認められているが、今後の展開は不透明。蒸気圧規制は大都市の環境対策（大気汚染防止）の側面があるが、Ｅ３普及の面から何らかの配慮が必要かが論点。

＜関連する諸規制＞

１　エタノール製造、貯蔵等に関する許可

①アルコールの製造許可及び使用許可

・エタノールを製造する場合は、生産設備の詳細を記した製造許可申請書を経済産業局に提出。
・製造済みエタノールを工業用アルコール（９９.５%）として安価に使用する場合は、経済産業局へ使用許可を申請。
　使用者は受け払い簿を常備し、年間受け払い報告書を提出する義務がある。
・いずれも、様式としてマニュアル化されており、ホームページで取得可能。消防法と同様、計画段階での相談が望ましい。

②消防法の許可

・一般的に石油製品の製造所については危険物製造所（消防法の第４類の引火性液体）、油槽所は危険物貯蔵所及び危険物移送取扱所、給油所は危険物給油取扱所としての規制を受ける。
　　＊具体的な規制は「危険物の規制に関する政令」で定める。

・消費者向けにＥ３を扱う給油取扱所については、安全性の担保のため別途規制が必要であることから、消防庁は、「エタノール３%含有ガソリン（Ｅ３）を取り扱う給油取扱所に関する運用上の指針について」（Ｈ１６.３.３消防危第２６号）を制定した。

・消防法による通常のガソリンスタンドの規制に、上乗せされる規制の内容を以下に示す。
＜消防危第２６号における主な規制＞
・設備・機器等への腐食性に係る安全対策（腐食性の観点から、Ｅ３使用において安全性が確認された設備など）
・水溶性と関連した漏えい対策（公共下水への漏えいなど）
・消火設備（耐アルコール泡消火薬剤の利用）
・その他（水分管理の徹底、Ｅ３の製造行為を給油取扱所において行うことはできないなど）

・沖縄県の（株）りゅうせきは、Ｈ１７年度からＥ３実証実験を開始。計画の段階から管轄消防本部と協議。運用に任されている部分も多いことから、管轄消防本部は消防庁に確認し許可を得たとのこと。

２　エタノール及びＥ３の品質管理

① 無水エタノール（濃度９９．５%以上）
・受入、貯蔵、製造、払出設備は一貫して水分管理が必要。

② サブオクタンガソリン（Ｅ３製造の基材ガソリン）
・レギュラーガソリンと同様な管理。
・蒸気圧の規制に備え、サブオクタンガソリンの準備をするのが無難だが、調達方法及びコスト面に課題があり、石油元売りの協力が必要。

③ Ｅ３燃料の性状分析
・品確法に基づく揮発油の分析が義務付けられており、製造ロット毎に管理を行い、公的な検査機関など第３者機関による分析が必要。

３　Ｅ３における揮発油税の２重課税の回避

・給油所等でガソリンとエタノールを混合した場合、揮発油税法上の新たな揮発油の製造となり、混合前の揮発油が課税済でもその全量に課税。
・沖縄県の（株）りゅうせきが行う実証事業では、製油所（製造所）、Ｅ３燃料製造所間の揮発油燃料の未納税移出に関して、２重課税の回避が可能となった。取り扱いの概要は次のとおり。

① Ｅ３燃料製造所における基材ガソリンの受入・貯蔵・払出設備、移送手段及び数量管理体制の整備が不可欠。
・この体制を整備した上で、国税担当官の現場確認と納税手続きの指導を受ける。

② 実車供給用として製造したＥ３燃料は、月間製造数量に対する揮発油税を製造所所在地の税務署へ申告納税。
・（株）りゅうせきは、サブオクタンガソリン、レギュラーガソリンの何れの燃料でも製油所より未納税移出が可能なように上記①を整備。
・（株）りゅうせきの場合は、本業のノウハウが、これらの管理体制構築等に役立ったと、同社では評価している。

４　ＥＴＢＥの新規化学物質としての審査

・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）における第二種監視化学物質と判定された。

※　化審法第二種監視化学物質について
・製造・輸入者が毎年度、前年度の製造・輸入数量、用途等を経産大臣に届けなければならない。
　経産省ではＥＴＢＥのリスク評価等を実施（平成１８～１９年度 バイオマス由来燃料導入調査事業）

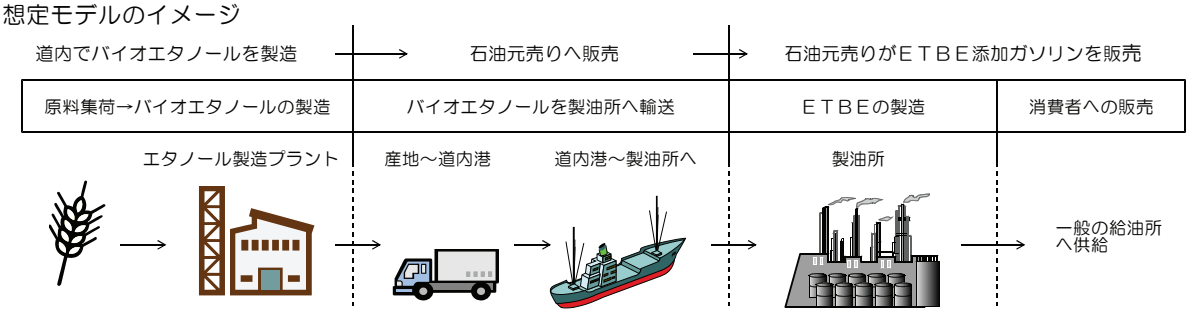
バイオエタノールの実用化ビジネスプラン

【プラン１】　ＥＴＢＥによる普及モデル

１　考え方

・平成１８年１月１８日、石油連盟はバイオエタノールの導入に関して次のとおり発表した。
　①２０１０年度において、バイオエタノールをＥＴＢＥとして導入。（ガソリン需要量20%相当、バイオエタノール利用量約36万ＫＬ／年）
　②ＥＴＢＥは化審法第２種監視化学物質。ガソリン混入に必要なリスクアセス及び環境対策の検討・実施を関係省庁の指導を得つつ取り組む。
・平成１９年１月２６日、石油連盟は新組織を設立し、バイオマス燃料の輸入及び国内調達を行うこととした。
・これらを踏まえ、業界が利用量として公表している３６万ＫＬの約10%程度である３万ＫＬの道産バイオエタノールの供給を目処にビジネスプランを検討する。

２　想定モデルのイメージ



３　ＥＴＢＥ製造のコスト試算

＜製油能力の大きな１０製油所（道外）においてＥＴＢＥを製造するケース（製油所の副生イソブテンを利用）＞
　ＥＴＢＥはイソブテンの価格しだいで、バイオエタノールより安く、経済性が良好

→ＥＴＢＥ製造量　８２万ＫＬ／年　　エタノール輸入　３５万ＫＬ／年

ＥＴＢＥ装置新設	１０基	２３３億円
エタノール受入設備		８９億円
		３２２億円

エタノール輸入価格	７６円／Ｌ
イソブテン価格	２５円／Ｌ

※第４回ＥＴＢＥ利用検討WG（H17.8.4）資料を参考にエタノール輸入価格76円（H18.3）で試算

ＥＴＢＥ製造コスト	
償却費（８年定額）	４．４円／Ｌ
その他固定費	３．９円／Ｌ
運転コスト	１．３円／Ｌ
物流コスト	０．５円／Ｌ
材料費	４６．９円／Ｌ
	５７．０円／Ｌ

→ 既設のＭＴＢＥ製造装置を転換する場合、左記よりも製造コストの低減が可能（国内4箇所）

４　バイオエタノール製造コストについて

・製造プラントは、専用プラントとして前処理工程も考慮した。ビートを利用する場合は、砂糖プラントに併設することでプラント整備のコストをより低減することが可能。

	規格外小麦	ビート	規格外小麦製造経費	ビート製造経費
原料購入コスト	５１．５	２１３．６		
薬品代（酵素、酵母など）	５．６	２．７	５．６	２．７
用役費（電気、熱購入費など）	１２．８	１２．５	１２．８	１２．５
人件費	９．８	３．８	９．８	３．８
廃棄物処理費	０．０	０．０	０．０	０．０
設備維持管理費	４．２	５．６	４．２	５．６
減価償却費（プラント整備）	２８．４	３７．３	（1/2補助）１４．２	（1/2補助）１８．７
支出合計	１１２．４	２７５．５	４６．６	４３．３
副産物販売収入	△１４．１	△１４．９		
製造コスト	９８．４	２６０．６		

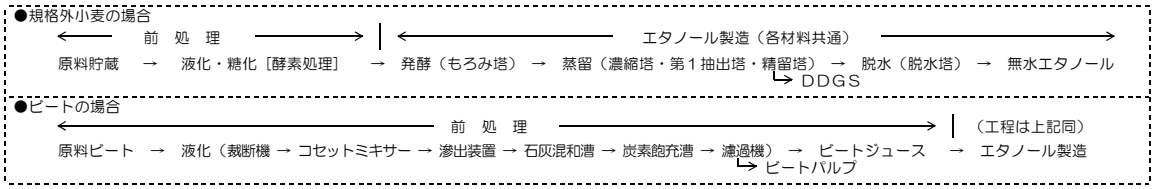
＊H16年度「とかち財団」調査から作成

＊原料コストは、原料輸送費込み
＊副産物収入は、ＤＤＧＳ（小麦）、ビートパルプ（ビート）を飼料として販売した収入
＊固定資産税は、優遇制度を想定して見込んでいない

・設備整備に1/2の補助金が投入されるとして、規格外小麦を利用する場合には、製造経費が４７円であることから、エタノールの輸入価格が仮に７６円とした場合、原料購入コストは２９円で調達される必要がある。このことから、実用化にあたっては、原料購入に対する価格差補填などの支援が不可欠である。

＜製造プラント設置費について＞
　バイオエタノールの製造は、既存技術でありプラント整備に技術的な隘路はないが、原料により前処理工程が異なる。海外の例を考えた場合、年間３万ＫＬクラスが最低レベルである。より小規模なプラントを設置することも可能であるが、プラント整備費は規模に比例せず、結果的に高い投資になる可能性が高い。

・エタノール製造フロー（関連設備）



・設置費概算
　年産３万ＫＬのプラント規模を想定し、規格外小麦では３０億円程度。ビートは前処理工程が長く、新たに整備する場合は投資額が大きくなり、１００億円程度。なお、副産物であるＤＤＧＳやビートパルプの貯蔵施設は含まない。また、このほかビート糖蜜を活用する方法もある。

５　ＥＴＢＥ方式による実用化について

・３万ＫＬの事業規模は、数十億円のビジネスであることから事業主体にも、ある程度の企業体力が必要。
・石油元売りは、外部からエタノールを購入しＥＴＢＥを製造。国産は安定供給性で一定のメリットとしても、価格面で輸入との厳しい競争。
・国産エタノールの実用化を図るためには、当面、輸入エタノールやガソリンとの競争において、税の減免や価格差補填など対策が必要。

【プラン２】　Ｅ３による流通体制構築モデル

１　考え方

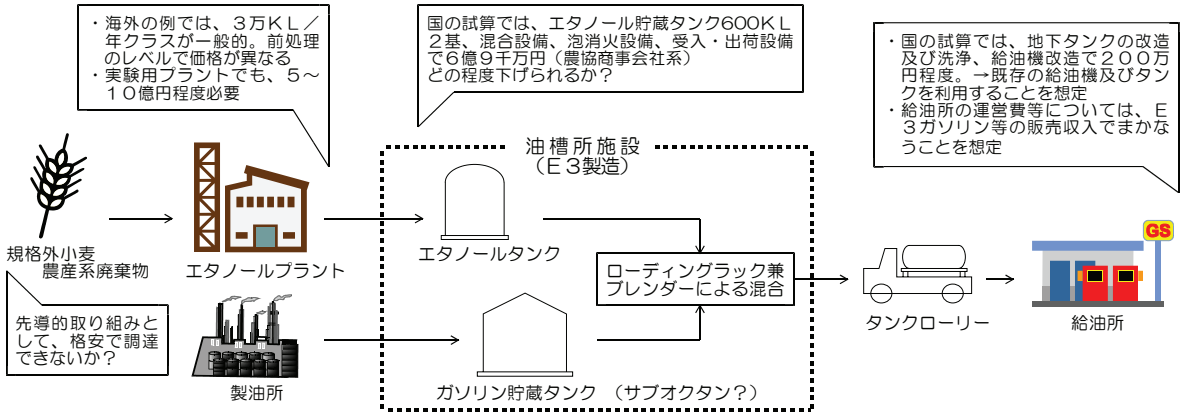
・「流通において、どの段階でＥ３を製造するか」が流通体制を検討する上でのカギとなる。製油所での製造は石油元売りの全面的協力が必要であるが、石油業界は当面、ＥＴＢＥ方式の導入を決定しており、石油元売りの協力を得ることは困難。
・地域における先行導入モデルとして、海外で普及している油槽所でのブレンド方式を採用し、その流通システムについて検討する。

＜石油製品の流通＞

製油所（一次基地）　→　臨海油槽所（２次基地）　→　内陸油槽所（３次基地）　→　給油所　→　消費者
↑　　↑
原油輸入　　製品輸入（ガソリン・軽油等）

２　想定モデルのイメージ

＜油槽所でＥ３を製造するモデルイメージ＞



３　Ｅ３方式での実用化について

・現状では、石油業界はＥＴＢＥ方式での導入を決定しており、Ｅ３方式で流通させることに懸念を表明。国は、Ｅ３とＥＴＢＥの両方式を併存させる方針。（ただし市場原則で淘汰）
・既存の石油元売り主導の流通システムを活用できないことから、利用者を確保した上で、それに見合う生産を行いながら、地域の地産地消型燃料として普及を図ることが現状では妥当であると評価される。
・ただし、道内の油槽所は、石油元売り系が中心でフル稼働状態であり、活用が可能な油槽所を確保することは困難な状況であることから、地域にモデル的に小規模な油槽所及びＥ３製造施設を整備し、次のような道筋でＥ３の普及を図ることが効果的であると考える。

＜実用化の道筋＞

特定利用者の確保→モデル油槽所の設置→地域におけるＥ３の認知→取扱給油所の増加→供給設備の増設→一般実用レベルへ拡大

①　モデル油槽所の設置

・モデル油槽所は、地元企業の既設油槽所など関連する工業地域内に設置することで、有資格者の兼任など経費節減が見込まれる。
・当初は輸入エタノールなどを外部から購入、地域にＥＴＢＥ向けのバイオエタノールプラントが整備されれば、そのプラントから購入が可能。
・給油設備は１基で移動式給油所とし、既設ＳＳへの配置などにより、まずは、公用車など５０台程度の利用からスタート。
・事業の伸展に応じて、地域内で移動式給油所を増設。

＜整備を要する施設等＞

・ガソリン貯蔵タンク
・エタノール貯蔵タンク
・配管、移送設備
・混合、充填設備
・泡消火設備
・電気計装、土木工事

ガソリン、エタノールタンクが１０ＫＬレベルであれば、総体で整備費は１億円程度。
※流通実証事業等として補助事業の活用を検討。
※移動式給油所は、利用者の確保（需要）により規模が異なる。

＜参考＞　沖縄県におけるＥ３モデル実証事業の例

○貯蔵設備、混合設備、供給設備	
ガソリン貯蔵タンク（サブオクタン）	１０ＫＬ×２基（１基は予備）
バイオエタノール貯蔵タンク	１ＫＬ×１基
Ｅ３混合設備	１基
Ｅ３充填機	流量１５ＫＬ／Ｈ×１基（ドラム缶充填）
○屋内貯蔵設備	ドラム缶貯蔵設備
○給油設備	給油機６００Ｌ×２基

＜移動式給油所の増設の目安＞

・ガソリン給油機１台の年間売り上げの損益分岐点や消防法等の規制を勘案し、年間５,０００万円以上の売り上げが可能であれば、給油所の増設を検討する。
・沖縄県のＥ３実証事業では、５００台の走行で新増設の検討を進めることとしている。

② Ｅ３ガソリンの供給施設の整備（既存設備への追加インフラ整備：実用レベル）

・道内の状況を踏まえ、臨海型油槽所、内陸型油槽所、内陸型油槽所（共同油槽所）の３パターンと給油所の設備整備費の検討。

	設　　備	投資額（億円）	耐用年数（年）	年経費（億円）
臨海型油槽所	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（６００ＫＬ　２基）	１．０	１５	０．０８
	所内配管、移送設備	０．９	１５	０．０７
	混合、充填設備	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
	土建工事	０．６	１５	０．０５
		６．９		０．５７

	設　　備	投資額（億円）	耐用年数（年）	年経費（億円）
内陸型油槽所	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、充填設備	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
	土建工事	０．６	１５	０．０５
		６．９		０．５６

	設　　備	投資額（億円）	耐用年数（年）	年経費（億円）
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　２基）	１．４	１５	０．１１
	所内配管、移送設備	０．９	１５	０．０７
	混合、充填設備	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
	土建工事	０．８	１５	０．０６
		１０．３		０．８４

	設　　備	投資額（百万円）	耐用年数（年）	年経費（百万円）
給油所	地下タンク改造	１．０	８	０．１３
	地下タンク清掃（通常清掃）〕工事が必要な	※０．５	１５	※０．０３
	地下タンク清掃（工事を伴う清掃）〕ケースは５％	４．８	１５	０．３２
	給油機改造	０．２	８	０．０３
		１．７		０．１９

※第２回ＥＴＢＥ利用検討WG（H17. 5. 24）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」より。※給油所は報告書を基に試算。

③ 事業主体について

・沖縄県では、地元の大手石油卸売業者である（株）りゅうせきが、Ｅ３実用化実証モデル事業を実施。

・Ｅ３の販売者は、販売するＥ３の性状を保証するとともに、車両の点検等のサービスの提供が必要となることから、石油製品の販売にノウハウを有する企業が主体となって事業を行うことが、現状では適当であると考える。

バイオエタノールの事業化プラン（ＪＡグループ北海道の取組方針）

１　事業の概要

①原料　　当面、交付金対象外ビート及び規格外小麦

②製造プラント

・規　　模　　１５，０００ＫＬ／年

・設置場所　　十勝管内ホクレン清水製糖工場内

・実施時期　　平成１９年度にプラントを建設する方向

③活用する補助事業

農林水産省バイオ燃料地域利用モデル実証事業

・事業予算：８５億円

・事業目的：バイオ燃料の低コスト製造技術の開発及び原料作物の調達から燃料供給まで一体の実証事業

・事業内容：ソフト事業（地域協議会運営、技術実証経費→定額補助）
　　ハード事業（諸施設整備費→1/2補助）

・事業主体：地域協議会、農業団体等、燃料製造・供給事業者

・事業期間：平成19～23年度の５年間

２　原料

・当面は、交付金対象外ビート、規格外小麦とする。

	ビート	規格外小麦
年間必要量	・80,000トン　（バイオエタノール7,500ＫＬ生産） ※交付金対象外とされているものを活用する	・22,500トン　（バイオエタノール7,500ＫＬ生産） ※現在、飼料用とされているものを活用する
使用時期	・主に１１月～３月までの１５０日間程度 （１日あたり535トン）	・主に４月～９月までの１５０日間程度 （１日あたり150トン）
主な課題	・エタノール原料としてのビート生産について、生産者の合意形成が必要 ・各糖業の工場間における原料配分や全道的な共同計算のあり方の整理が必要	・発生量の年次変動が大きく、安定的確保の検討が必要 ・現在の需要先である飼料等への影響も見込まれるため、需要先との調整が必要

３　製造プラント

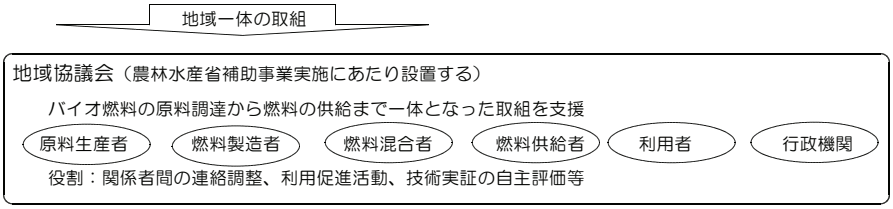
・事業費　：検討中
・設置場所：十勝管内ホクレン清水製糖工場内
・製造能力：年間：15,000ＫＬ（実稼働３００日：50KL／日）
・主要設備：穀物粉砕装置、液化・糖化装置、発酵槽、蒸留・脱水装置、発酵残渣処理装置、廃水処理設備、ボイラー・電力設備等
・工程概要：前処理段階（異物除去、簡易粉砕、液化）→ 発酵・蒸留段階（発酵・もろみ、蒸留・脱水）→ エタノール99.5%
　電気・熱利用 ← メタン発酵 ← 廃液 ←――→ 発酵残渣（固液分離） → ＤＤＧＳ
　排水 ← 浄化 ←
・事業工程：平成１９年度設計及び建設着工、平成２０年度完成、平成２１年度稼働の予定
・主な課題：発酵設備（効率的な発酵方式など）や副産物・廃水処理設備（副産物の有効活用、廃液の再利用など）等のほか、トータルコストの低減に向けた検討が必要。

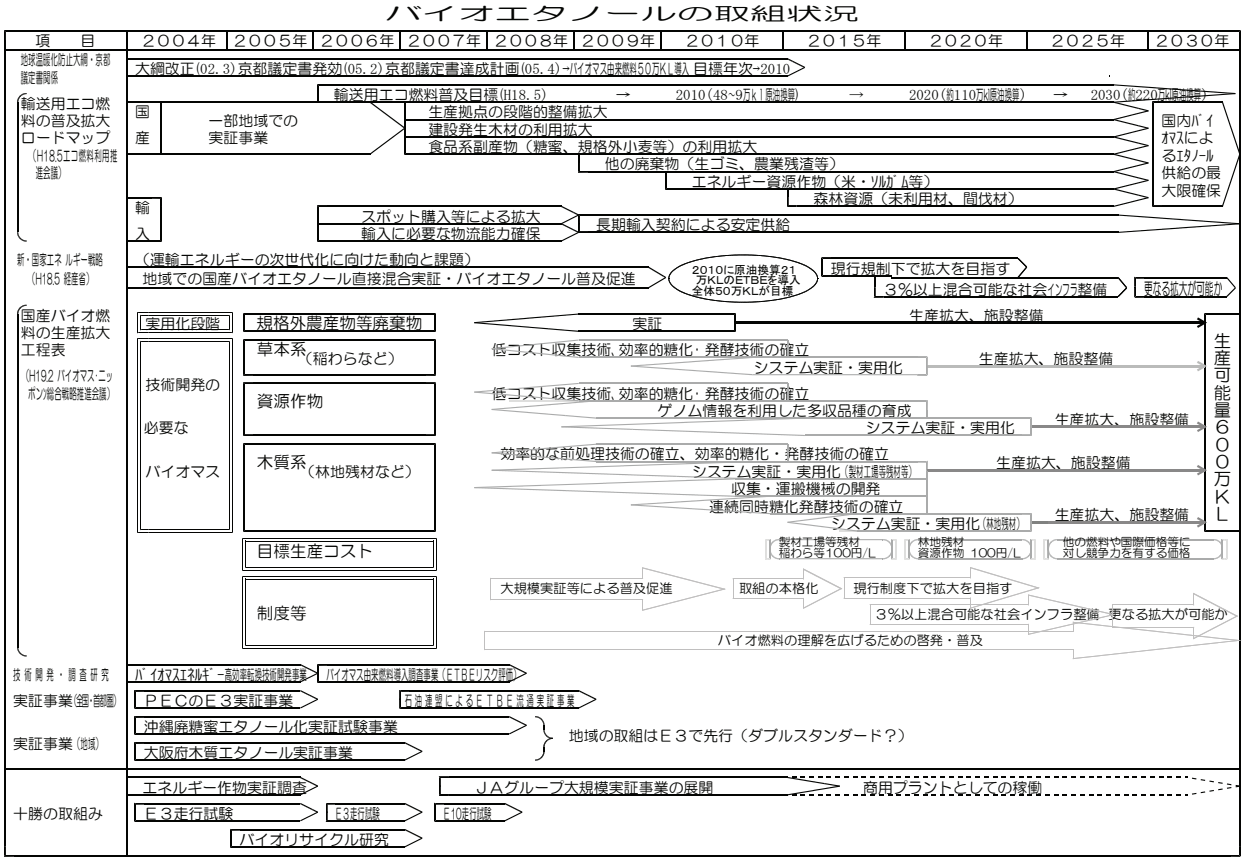
４　流通販売対策

・ＪＡグループ北海道と石油連盟傘下の各系列店との共同的販売体制の構築が必要であり、元売り各社との協議を開始する。
・道民に対し、バイオエタノール混合ガソリンの理解促進を図るため、道等の協力を得ながら道内各層に対する広報対策を今後、検討する。
・なお、製造エタノールの輸送については、石油会社等と具体的な事務レベルでの打合せ（輸送先、輸送ルート等）により今後、検討する。

５　今後の取組

・原料面での課題の整理（ビート・規格外小麦の主な課題）を作目別対策本部、農業基本対策委員会、ＪＡグループ北海道バイオマス利活用検討委員会（企画原料部会）が連携し、引き続き検討していく。
・製造プラントに関する課題の整理（発酵方式など）を上記検討委員会（製造部会）において、引き続き検討していく。
・流通販売対策について、上記検討委員会（流通部会）等を通じて、石油会社等の協力体制を構築するとともに、北海道（輸送用エコ燃料普及拡大プロジェクトチーム）の協力を得ながら普及啓発等について検討していく。
・事業主体について、ＪＡグループ北海道を基本として、全道的な支援体制の構築も含め、引き続き検討を進める。
・国に対する要望（助成水準の引き上げや助成期間の延長など補助事業の拡充及びガソリン税の減免など）の実現に向け働きかけを積極的に行う。





資料4

エタノール混合ガソリンの国内流通インフラへの影響

内容

1）燃料エタノールの製造と品質管理における課題

2）エタノール混合ガソリンの製造、及び流通インフラにおける課題

3）エタノール混合ガソリンの蒸気圧調整における課題

4）エタノール混合ガソリン対応設備費の推算

1）燃料エタノールの製造と品質管理における課題

3

米国、及びブラジルにおける燃料エタノールの製造方法

1）米国

酵素　酵母

トウモロコシ → 糖化工程 → 発酵工程 → 蒸留工程 → 脱水工程 → 無水エタノール（約99.5%）

変性剤 →

腐食防止剤 →

燃料エタノール（変性）

（E10、Oxy-fuel、RFG）

カーギル 社燃料エタノール工場
（ネブラスカ州 ブレア）
設備能力 ： 83mgy(31万kl／年）
原料 ： トウモロコシ
製造方法 ： ウェットミル方式

2）ブラジル

酵母

サトウキビ → 発酵工程 → 蒸留工程 → 含水エタノール（<93.2%）→ 脱水工程 → 無水エタノール（<99.3%）

エタノール専用車用（ニート）

一般車用（E20～25）

◎米国では燃料エタノール製造の最終工程で変性剤、及び腐食防止剤を混合している。

4

米国の燃料エタノール規格 （ASTM D 4806）

Standard Specification for Denatured Fuel Ethanol for Blending with Gasoline for Use as Automotive Spark Ignition Engine Fuel

Ethanol, volume %, min	92.1
Methanol, volume %, max	0.5
Existent Gum, (solvent washed) mg/100ml, max	5.0
Water Content, volume %, max	1.0
Denaturant content, volume %, min	1.96
max	4.76
Chloride Ion Content, mass ppm (mg/l), max	40 (32)
Copper Content, mg/kg, max	0.1
Acidity (as acetic acid), mass % (mg/l), max	0.007 (56)
pHe	6.5 to 9.0
Appearance	visibly free of suspended or precipitated contaminants (clean and bright)

◎米国の燃料エタノール規格は変性剤添加後のエタノールについて規定している。

5

ブラジルの燃料エタノール規格 （ANP:国家石油庁規格）

	無水エタノール	含水エタノール
Appearance	clear and free of impurities	
Color	colorless to pale yellow	
Density at 20℃, kg/m^3	791.5max	809.3±1.7
Alcohol Content, °INPM, min	99.3	93.2±0.6
Hydrocarbon, vol%, max	3	3
Acidity (as acetic acid), mg/l, max	30	30
Electrical Conductivity, μS/m, max	500	500
Copper Content, mg/kg, max	0.07	–
Non Volatile Matter,mg/100ml		5
PH		7.0±1.0
Chloride (Cl) Content, mg/kg, max	–	1
Sulphate ($SO4^{--}$), max	–	4
Iron Content, mg/kg, max	–	5
Sodium Content, mg/kg, max	–	2

◎ブラジルの燃料エタノール規格は含水エタノール、無水エタノールについて規定している。

6

燃料エタノールの製造と品質管理における課題

◎米国、ブラジルとも燃料エタノール規格を整備し、燃料エタノール製造工程では、これに基づいた品質管理が行われている。

◎米国では燃料エタノールの製造時に変性剤、及び腐食防止剤を添加している。

◎変性剤は燃料エタノールの他用途転用を防止するために添加される。

一般に Natural Gasoline が使用されているが、変性剤 によるガソリン性状への悪影響を防止するため、カリフォルニア州では変性剤の独自規格を制定している。

◎腐食防止剤としては、RFA (Renewable Fuels Association) は7種類の添加剤の使用を推奨している。

これらは燃料エタノール専用として開発されたものであり、pHをコントロールすることにより腐食を防止する機能を有している。

◎日本到着時における輸入燃料エタノールの品質をいかに確保、管理するかが課題

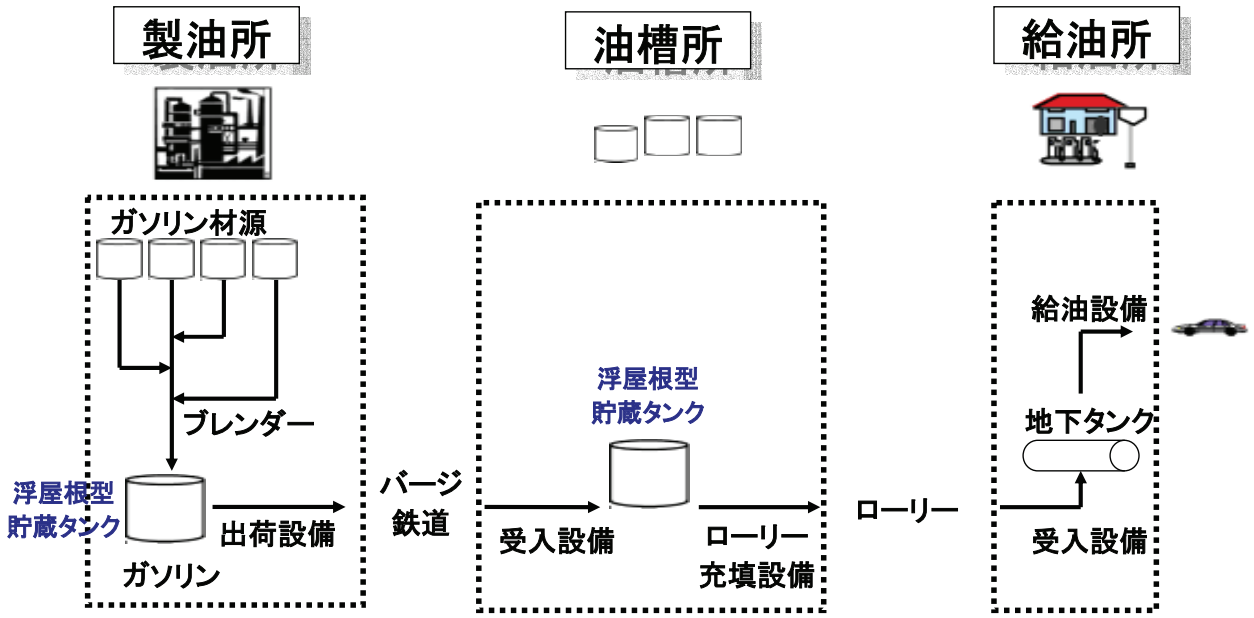
・輸送時の変質、水分・汚れ混入防止策

・燃料エタノール受入品質基準・ 品質確認方法

・他用途転用防止策

2. エタノール混合ガソリンの製造、及び流通インフラにおける課題

国内における現状のガソリン製造、及び流通の流れ



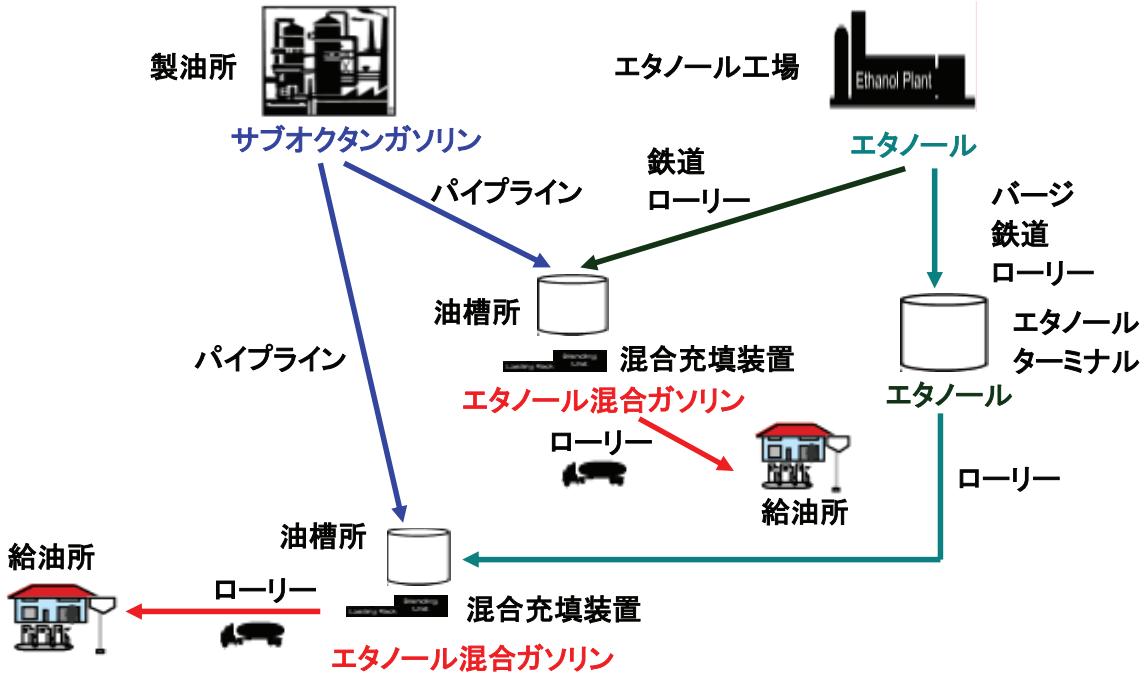
◎製油所のガソリン混合時から給油所での販売までに、いくつかの輸送手段、貯蔵設備を経由している。

◎大部分のガソリン貯蔵タンクは浮屋根（フローティングルーフ）型であり、水分との接触がある。
（ただし、少量の水分混入は現状では問題を発生させない）

◎エタノール混合ガソリンには、現状のガソリン製造・流通システムはそのままでは使用できない。

9

米国のエタノール混合ガソリンの製造方法

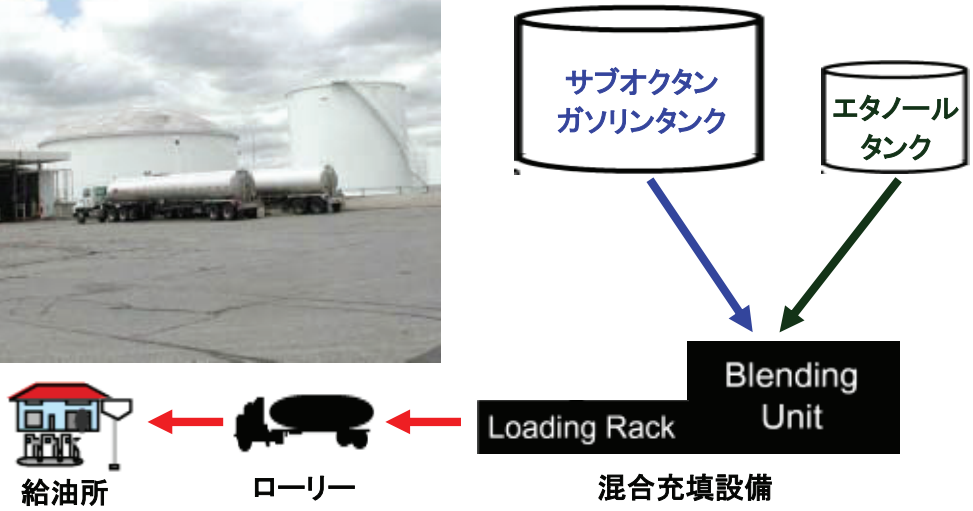


◎ 米国では、ガソリンへのエタノール混合は製油所のブレンダーではなく、油槽所において出荷ポイントの混合充填設備において実施されている。

（理由） 水分混入防止、汚れ混入防止のため

10

米国油槽所でのエタノール混合ガソリンの製造方法



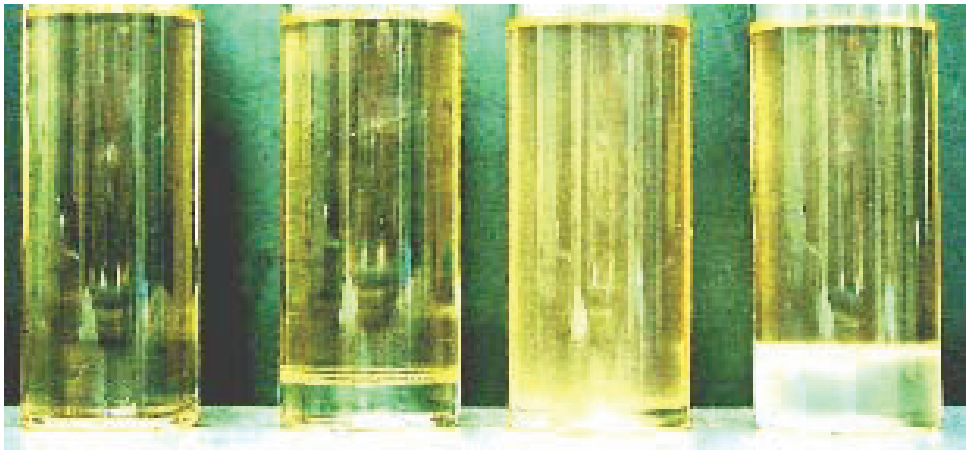
◎油槽所では、サブオクタンガソリンと燃料エタノールをラインブレンド装置により混合し、直ちにローリーに充填して出荷している。

◎ラインブレンド装置にはいくつかのタイプがあるが、米国カリフォルニア州の油槽所においてはコンピューター制御により混合中に混合比率を常に一定とするレシオコントロール法を使用して混合割合の信頼性を保っている。

11

エタノール混合ガソリンの相分離挙動

①ガソリン+水1%　②ガソリン+水10%　③E10+水1%　④E10＋水10%



相分離が発生　　相分離が発生

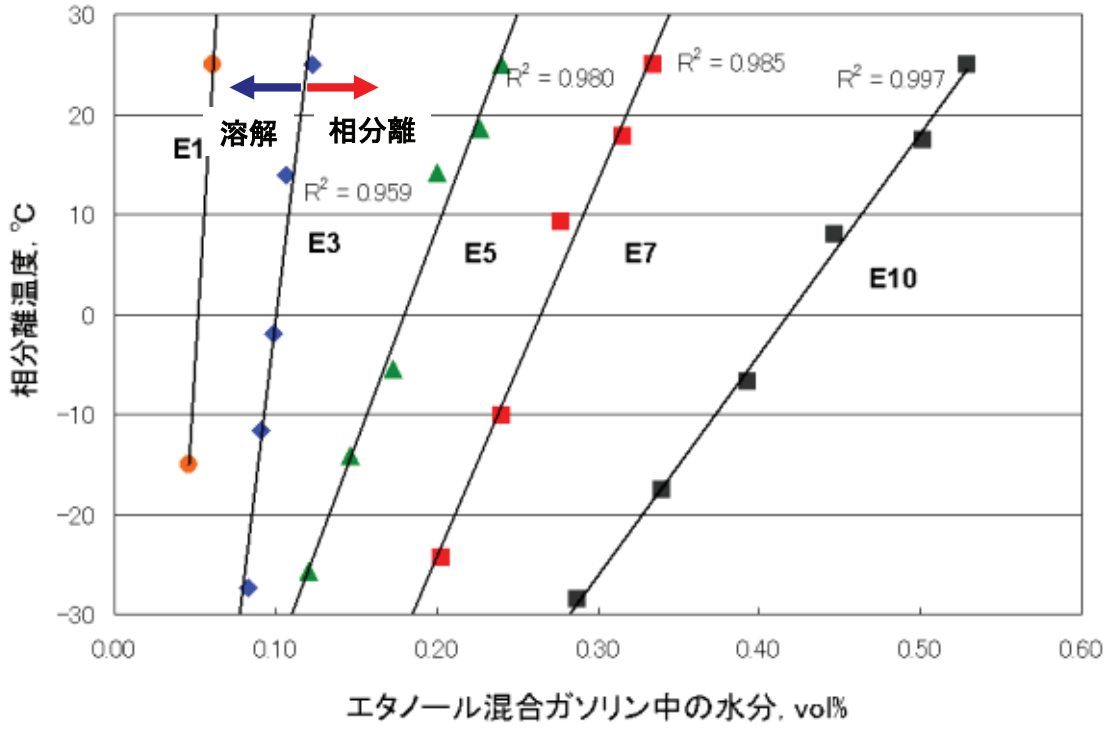
◎エタノール混合ガソリンに一定量以上の水が混入すると相分離が起こり、エタノールのかなりの割合はガソリン相から水相に移動する。

◎相分離が発生するとガソリンからエタノールが抜け出すため、設定したガソリン品質が保てなくなり（オクタン価、蒸留性状等）、著しい場合にはガソリン規格を外れる。

◎ガソリン品質確保のため、相分離は絶対に起こしてはいけない現象である。

12

エタノール混合ガソリン中の水分量と相分離温度の関係



石油産業活性化センターデータ

◎ エタノール3%混合の場合には水分が約0．1vol%を越えると相分離を起こす。

金属材料、有機材料とのCompatibility

金属材料

◎ 使用が不適当な材料
- ・アルミニューム
- ・鉛系部材（ターンシート等）
- ・銅、青銅、真鍮
- ・亜鉛合金

◎ 使用が可能な材料
- ・炭素鋼
- ・ステンレス鋼

有機材料

◎ 使用が不適当な材料
- ・ネオプレンゴム
- ・ウレタン樹脂
- ・ポリアルコール系樹脂
- ・一般ニトリル系ゴム
- ・ナイロン66

◎ 使用が可能な材料
- ・フッ素系ゴム（バイトン、テフロン等）
- ・ニトリル系ゴム（エタノール耐性品）
- ・高密度ポリエチレン
- ・ポリプロピレン
- ・アセタール樹脂

◎輸送バージ、シップ、貨車、ローリーの材質
- ・タンクは炭素鋼製
- ・コーティングは不要、使用する場合にはエタノール耐性品に変更
- ・ゴム、樹脂製部材（ホース、シール剤、Oーリング）等はエタノール耐性品に変更

エタノール貯蔵タンクの課題

◎ エタノール貯蔵タンクは固定屋根型、または固定屋根内部浮屋根型（カバードインナーフローティングルーフ型）を使用

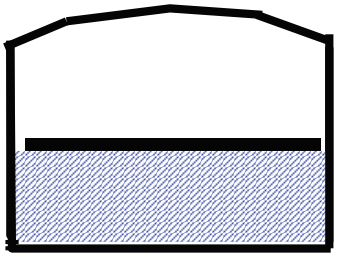
◎ タンク材質は通常の軟質炭素鋼

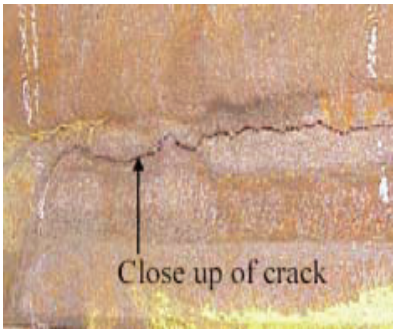
◎ タンク内壁のライニングは不要

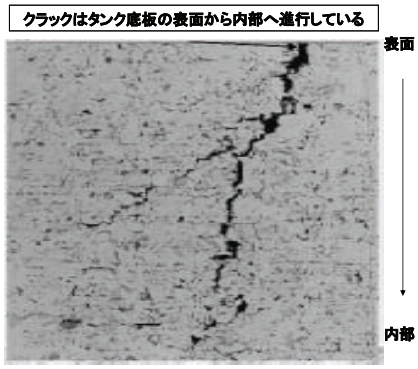
◎ 吸湿防止のためvacuum/pressure vent を設置

◎カリフォルニア州でエタノール貯蔵タンク、配管などの溶接部で応力腐食割れ（Stress Corrosion Cracking）が発生し、原因究明が行われている。

カバードインナー
フローティングルーフ型貯蔵タンク







エタノール貯蔵タンク底板に発生したクラック （API Fall 2002 Refining Meeting資料）

15

国内でエタノール混合ガソリン導入時に必要となる対応

①燃料エタノールの輸入、及び油槽所までの配送設備の設置
- 燃料エタノール輸入基地の設置（海上受入・払出設備、配管、貯蔵タンク等）

②製油所、油槽所における設備対応
- 燃料エタノール受け入れ設備の設置（船、鉄道）
- 燃料エタノール貯蔵タンクの設置
- エタノール混合ガソリン混合充填設備の設置
- エタノール対応消火設備の設置

③輸送手段の対応
- 燃料エタノール輸送手段（船、貨車）の材料対応
- エタノール混合ガソリン輸送手段の材料対応

④給油所における対応
- 地下タンクの材料対応
- 給油機の材料対応
- 水分管理の徹底

16

エタノール混合ガソリン導入における課題

◎ 製油所、油槽所にかなりの設備投資が必要となる。
・出荷ポイントブレンドは一番合理的な方法と考えられるが、それでもかなりの設備投資が必要となる。
・その他にも以下の課題が想定される。
貯蔵タンク用地の余裕、設備設置期間の操業、法的規制の影響

◎ 出荷ポイントブレンド方式では最終製品（エタノール混合後ガソリン）の分析による性状確認が出来なくなる。
・新しい品質保証体制のシステムを確立する必要がある。
（加州ではサブオクタンガソリンとエタノールの性状、混合比率から計算）

◎ 油槽所の業務内容が異なり、新規業務が発生する。
・油槽所もガソリン製造場所となる。
（揮発油税課税業務、品質管理業務等が発生）

17

給油所における課題

①地下タンクの 設備対応
・地下タンクの樹脂／ゴム材料をエタノール対応品に交換
・通気管の改造（フレームアレスター、吸湿防止）

②給油機の設備対応
・給油機の樹脂／ゴム材料（ホース等）をエタノール対応品に交換
・フィルターをエタノール対応品に変更
・再検定の実施

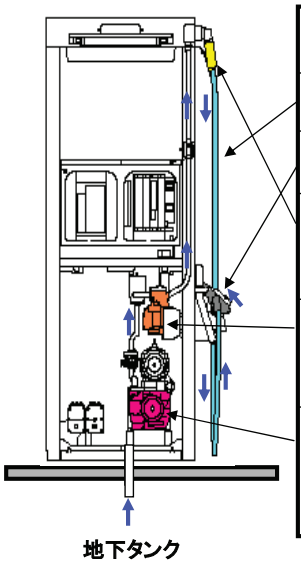
③切替前に地下タンクの清掃、水分除去を完全に行う
・タンク構造によっては工事必要

④水分管理体制の確立、日常点検の実施
・従業員に厳密な水管理を行うように教育
・タンク蓋、ガスケット、キャップ位置、シール状態確認
・エタノール対応水検知ペースト／検尺棒による水分検出

18

エタノール混合ガソリンの給油設備への影響

エタノール混合ガソリン通油時に想定される課題



部品	主な材質	想定される課題
ホース	ゴム、樹脂、接着剤	耐久性低下による破損・漏洩
ノズル	アルミ合金、ゴム系シール	自動停止機構作動不良・漏洩
安全継手注)	鋳鉄、ステンレス、ゴム系シール	切断荷重上昇による作動不良・漏洩
メータ	アルミ合金、鋳鉄、ゴム系シール、コルクパッキン	腐食等による計量精度変化
ポンプ	アルミ合金、鋳鉄、ゴム系シール、コルクパッキン	腐食等による耐久性低下・漏洩

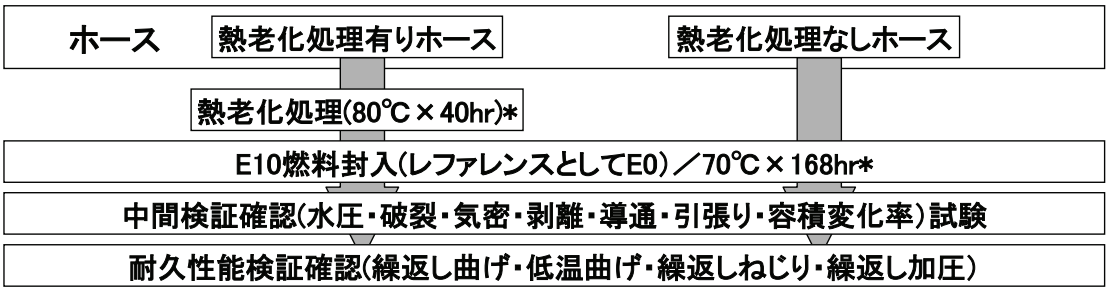
注）：給油中の車両が不慮の発進をした場合に、漏洩を遮断する安全装置

19

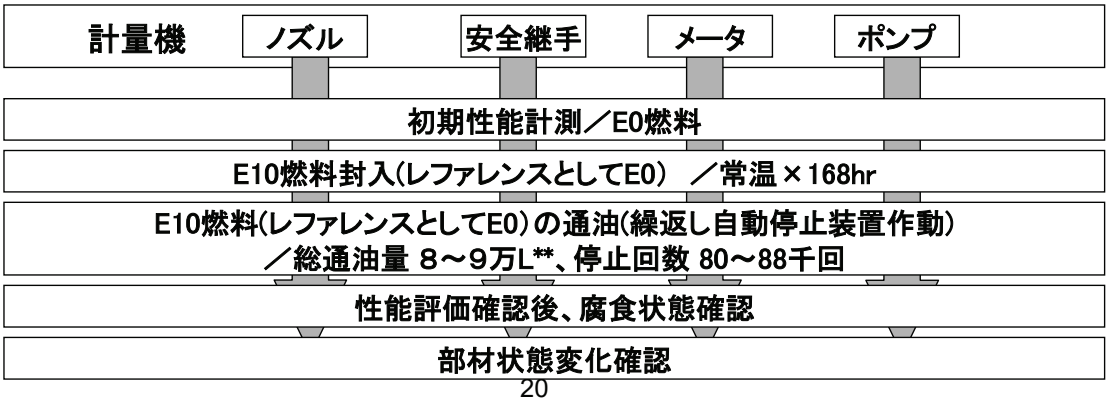
エタノール10%混合ガソリンによる影響試験の一例

試験方法

◆ホース封入試験（＊耐用年数3年に相当する加速試験）



◆計量機通油試験（＊＊給油装置性能保証通油量400万Lの約1／40）



20

エタノール10%混合ガソリンによる影響試験結果の一例

◆ホースの懸念事項

〇ホース外面樹脂層のはがれ

（接着剤成分が溶解　−図1）

〇ノズル等との接続部における金具抜け

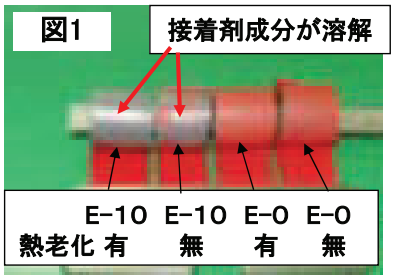
◆計量機の懸念事項

〇金属腐食の懸念

（アルミ系部材由来と考えられる白粉−図2、銅系の着色）

〇ゴム系シールの膨潤、コルクパッキンの変形−図3

現在までの試験結果においても、エタノール10%混合ガソリンにおいては、給油設備の耐久性、安全性等に関する懸念事項が確認された。



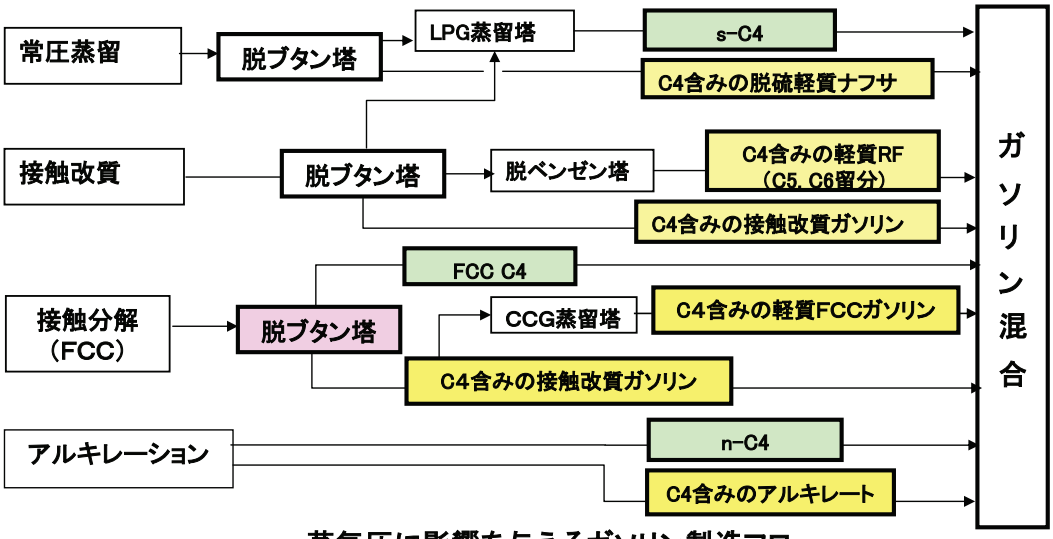
3. エタノール混合ガソリンの蒸気圧調整における課題

エタノール混合ガソリン製造時の蒸気圧調整における課題

平成17年から、夏場のガソリン蒸気圧(RVP)の許容限度設定目標値上限を72KPa以下から65KPa以下に変更する答申*がなされている。

（＊：中央環境審議会 今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について　第七次答申）

エタノールのガソリン混合は蒸気圧を約7KPa上昇させるため、蒸気圧調整基材のC4留分の混合割合を減らすことになる。これにはC4留分をガソリン基材から除去するための設備が必要となる。その影響を概観するため、蒸気圧調整で余剰となるC4留分ならびに必要設備投資額の試算を行った。



蒸気圧に影響を与えるガソリン製造フロー

蒸気圧規制、及びエタノール混合ガソリン導入時におけるC4留分の混合割合と余剰C4留分量

		現状		平成17年～			エタノール混合ガソリン導入時				
						余剰C4留分 千KL			余剰C4留分　千KL [エタノール添加率]		
		RVP kPa	混合率 vol%	RVP kPa	混合率 vol%		RVP kPa	混合率 vol%	[R=3%] [H=3%]	[5%] [3%]	[10%] [3%]
レギュラー（R）	夏	72	6．6	65	5．1	287	58	3．7	592	606	642
	冬	82	8．7	82	8．7	0	75	7．2	460	499	596
ハイオク（H）	夏	72	7．1	65	5．5	75	58	4．0	155	155	155
	冬	82	9．3	82	9．3	0	75	7．7	116	116	116
計						362			1323	1376	1509

注）ガソリン製造量は'02年度実績と同じ5,795万KL/年(ハイオク比率19.6%)。夏場ガソリン製造は5～9月の5ヶ月。
ガソリン添加C4留分性状は、RVP425KPa、オクタン価100、密度0.589

'05年度の蒸気圧規制により、36万KLのC4留分が余剰。さらに3～10%のエタノール混合により130～150万KLが余剰になると推算される。

これに対応して、FCCガソリンからC4留分を除去するデブタナイザーの能力増強ならびに新設等が必要になり、エタノール対応の設備投資は90億円程度になると推算される。

注）国内FCC26基のうち、8基が新設(10億円/基)、残りが増強(2億円/基)とし、総投資額116億円の3/4をエタノール対応分とした。

4）エタノール混合ガソリン対応設備費の推算

25

対応設備費推算の対象範囲

①燃料エタノールの輸入、及び油槽所までの配送設備の設置
・燃料エタノール輸入基地の設置（海上受入・払出設備、配管、貯蔵タンク等）

②製油所、油槽所における対応設備
・燃料エタノール受け入れ設備の設置（船、鉄道）
・燃料エタノール貯蔵タンクの設置
・エタノール混合ガソリン混合充填設備の設置
・エタノール対応消火設備の設置
・サブオクタンガソリン蒸気圧調整設備の設置

③給油所における対応（現在までに対応方法が判明した部分）
・地下タンクの材料対応、清掃費用
・給油機の材料対応

（以下の項目は今回の試算に含まず）
①船、貨車、ローリーの対応
②エタノール混合、余剰ブタン処理、品質管理業務によるコスト増

26

国内の製油所、油槽所、給油所の状況

◎製油所数　32ヵ所　石油連盟資料（平成15年4月現在）
◎油槽所数　237ヶ所　石油情報センター資料より作成（平成13年3月末現在）
◎給油所数　50，000ヶ所

	燃料油取扱油槽所	ガソリン取扱油槽所（内数）		
		臨海型	内陸型	小計
石油会社系油槽所	192	155	17	172
共同油槽所系油槽所	24	14	8	22
農業共同組合系油槽所	9	8	0	8
商事会社系油槽所	83	33	2	35
ガソリン取扱なし燃料油槽所	98			
合計	406	210	27	237

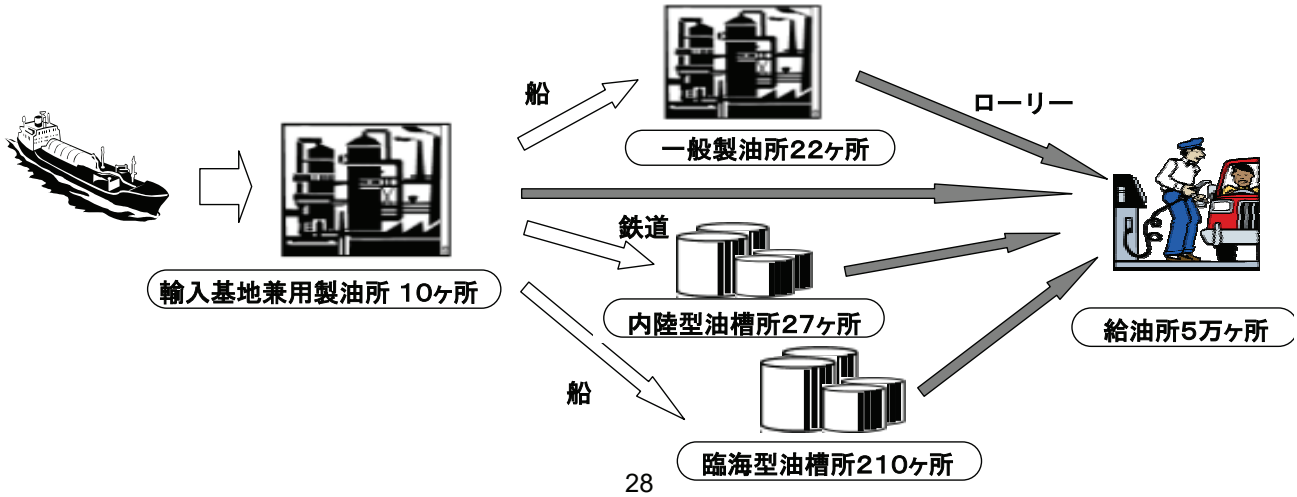
ただし、三井石油極東千葉製油所分は除く（製油所側でカウント）

27

エタノール混合ガソリン流通方法の前提（1）

1）燃料エタノールの輸入、国内配送
・燃料エタノールは輸入基地を兼ねる製油所（10ヶ所）に輸入
・一般製油所（22ヶ所）へは輸入基地を兼ねる製油所より船で輸送
・油槽所については、輸入基地を兼ねる製油所より臨海型油槽所へは船で、内陸 型油槽所へは鉄道で輸送

2）燃料エタノールの混合
・製油所、及び油槽所のローリー出荷ポイントにてラインブレンド法で混合



28

エタノール混合ガソリン流通方法の前提（2）

3）輸入ロット
・3万kl（2港揚げ）

4）輸入燃料エタノールの品質
・燃料エタノールは十分に水分管理された無水エタノールが購入できるとし、国内では脱水処理を行わない
・燃料エタノールは変性剤、及び腐食防止剤が添加されたものを購入

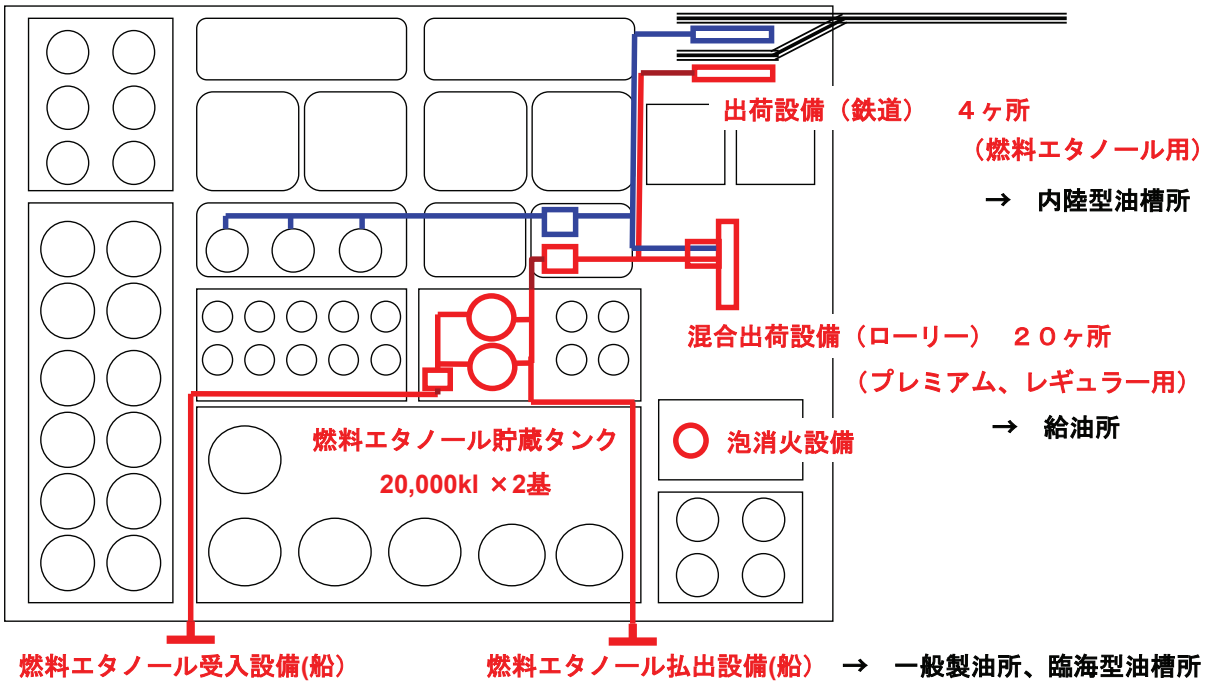
5）製造ガソリン
・E3導入時は、プレミアム、レギュラーともエタノール3%混合
・E10導入時は、プレミアムはE3のまま、レギュラーだけエタノール10%混合

6）燃料エタノール用貯蔵タンク
・製油所、油槽所とも固定屋根内部浮屋根型タンクを各場所に2基新設（操業余裕、保守・点検）

製油所におけるエタノールガソリン対応設備（1）

◎エタノール輸入基地を兼用するモデル製油所（10ヶ所）

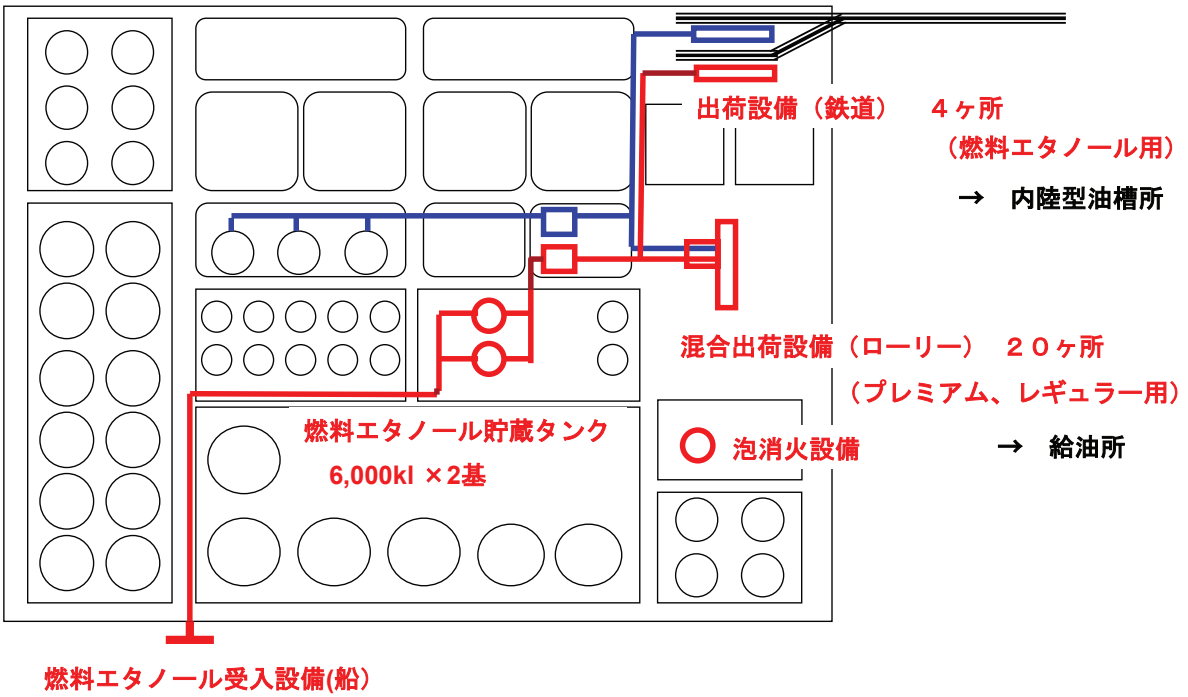
エタノール輸入ロット　3万kl（2港揚げ）



必要設備金額の推算　　24．3億円

製油所におけるエタノールガソリン対応設備（2）

◎一般モデル製油所（２２ヶ所）

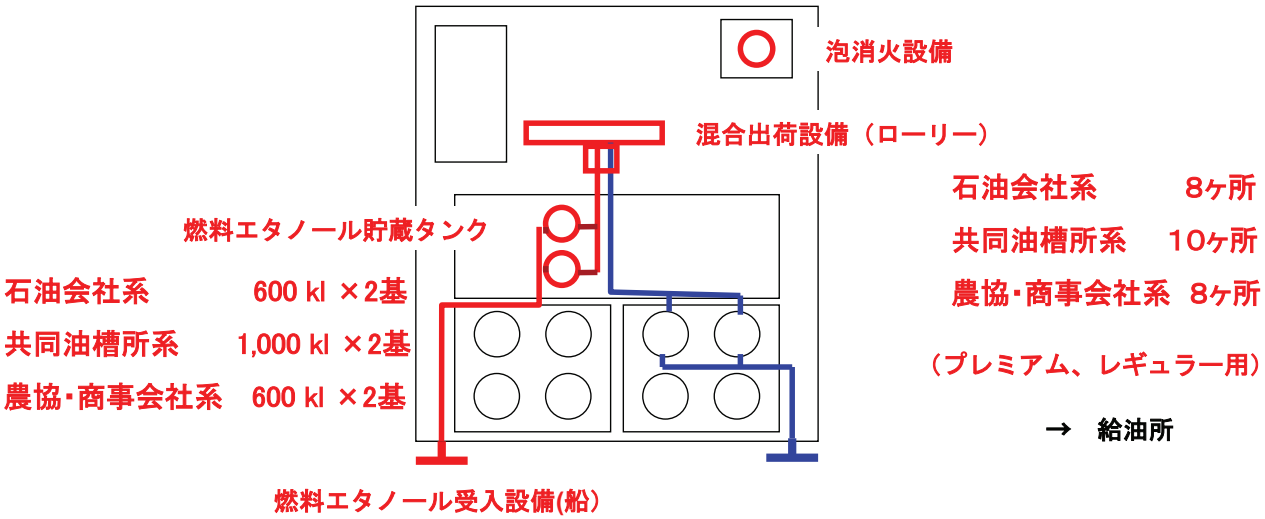


必要設備金額の推算	１６．１億円

油槽所におけるエタノールガソリン対応設備（1）

◎臨海型モデル油槽所（210ヶ所）

石油会社系155ヶ所、共同油槽所系14ヶ所、農協・商事会社系41ヶ所

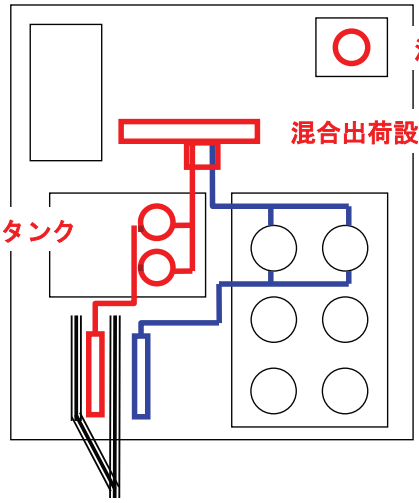


必要設備金額の推算	石油会社系油槽所	６．９億円
	共同油槽所系油槽所	７．９億円
	農協・商事会社系油槽所	６．９億円

油槽所におけるエタノールガソリン対応設備（2）

◎内陸型モデル油槽所（27ヶ所）

石油会社系17ヶ所、共同油槽所系8ヶ所、農協・商事会社系2ヶ所



石油会社系　600 kl ×2基
共同油槽所系　1,500 kl ×2基
農協・商事会社系　600 kl ×2基

石油会社系　8ヶ所
共同油槽所系　20ヶ所
農協・商事会社系　8ヶ所
（プレミアム、レギュラー用）
→　給油所

必要設備金額の推算	石油会社系油槽所	6．9億円
	共同油槽所系油槽所	10．3億円
	農協・商事会社系油槽所	6．9億円

33

製油所・油槽所における設備金額推算の合計

◎製油所（エタノール輸入基地を兼用）	10ヶ所	約240億円
製油所（一般）	22ヶ所	約350億円
合計	32ヶ所	約590億円

◎油槽所　（石油会社系）	172ヶ所	約1，190億円
（共同油槽所系）	22ヶ所	約190億円
（農協・商事会社系）	43ヵ所	約300億円
合計	237ヶ所	約1，680億円

製油所・油槽所における設備金額の合計（推算）　約2，270億円

34

給油所改造費用の推算

地下タンク改造　　100万円　×　50，000ヶ所　＝　約500億円
（通気管鋼管設置、パッキング類交換）

地下タンク清掃
通常清掃　　給油所の95%　50万円　×　47，500ヶ所　＝　約240億円
工事を伴う清掃　　給油所の　5%　500万円　×　2，500ヶ所　＝　約120億円

給油機改造（燃料ホース部分交換）　　20万円　×　50，000ヶ所　＝　約100億円
給油機改造に追加費用の可能性もある

改造費用の合計（推算）　　約960億円

◎地下タンク部分の改造・清掃費用の推算値であり、改造内容には未確定部分が多い
◎給油機本体の改造費用は現在までの検討分のみ

35

エタノール混合ガソリン精製・流通過程における設備金額まとめ

	必要設備金額	更に検討が必要な部分
製油所	590億円	（150億円　専用桟橋建設、タンク用地整備）
油槽所	1，680億円	（100億円　タンク用地整備）
給油所	960億円	（　＋α　給油機改造）
蒸気圧調整設備	90億円	
計	3，320億円	250億円＋α

◎この他、対応設備内容が未検討の項目、設備基準がまだ未決定の項目があるため、さらに設備費用が増加する可能性もある。

36

エタノール混合ガソリンの製造・流通過程における課題（まとめ）

◎日本到着時における輸入燃料エタノールの品質確保・管理方法を確立する必要がある。
（輸送時の変質、水分・汚れ混入防止策、燃料エタノール受入品質基準・ 品質確認方法、他用途転用防止策）

◎エタノール混合ガソリンに一定量以上の水が混入すると相分離を起こす。エタノール3％混合の場合には水分が約0．1vol%を越えると相分離が発生する。
したがって、エタノール混合を製油所ブレンダーで行うことは水分混入、汚れ混入のため不可能であり、 製油所、油槽所の出荷ポイントにおいて混合する必要がある。このため、燃料エタノール を製油所、油槽所へ配送、貯蔵するための設備、出荷ポイントで混合充填する設備が必 要となる。
また、輸送手段・給油所設備のエタノール混合ガソリン対応などが必要となる。

◎蒸気圧調整設備の設置が必要となる。また、余剰ブタン処理によるコスト増が発生する。

◎エタノール混合ガソリン導入のために必要となる設備金額は3，300～3，600億円程度になると推算される。この他に、対応設備内容が未検討の項目、設備基準がまだ未決定の項目があるため、さらに設備費用が増加する可能性もある。

◎出荷ポイントブレンド方式への変更により、設備費の他に以下の課題が発生する。
・最終製品の分析による性状確認が出来ないため、新しい品質保証体制システムを確立する必要がある。
・揮発油税課税業務の見直しが必要となる。

37

経済産業省 委託事業

バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会

中間とりまとめ（概要）

2010年3月

バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会

目次

我が国におけるバイオ燃料持続可能性基準等の検討開始の背景

○バイオ燃料は近年、温暖化対策の一環として各国で導入が進められている。バイオ燃料は京都議定書において、カーボンニュートラルとして扱われており、その導入は地球温暖化対策の観点や運輸部門の石油依存度の低減を図る観点からも有効な手段の一つとして考えられている。

○他方、EUの再生可能エネルギー指令、英国のRTFO（Renewable Transport Fuel Obligation ※1）、米国のRFS（Renewable Fuel Standard※2）等の制度や、GBEP（※3）やISO等の国際的な枠組みにおいて、温室効果ガスの削減効果の評価、森林破壊や食料との競合問題等を含むバイオ燃料の持続可能性について議論が進行している。

※1　英国の再生可能燃料導入義務制度。燃料供給事業者に一定の持続可能性基準を満たすバイオ燃料の導入を義務付けるもの。2010年に燃料供給量の5%の導入を義務付けている。

※2　米国の再生可能燃料導入義務制度。燃料供給事業者に一定の持続可能基準を満たすバイオ燃料の導入を義務付けるもの。2000年以降の導入目標量を定めた2007年の改訂制度をRFS2と呼ぶことがある。2022年に360億ガロンの導入を目標としている。

※3　グローバル・バイオエネルギー・パートナーシップ：2005年のグレンイーグルズサミットにおいて、G8＋5首脳が立ち上げに合意し、2006年5月に設立。事務局はFAO（国連食糧農業機関）内に設置。

○本検討ではこうした背景を踏まえ、我が国におけるバイオ燃料の導入に当たっての持続可能性基準に係る各種検討を行い、今後、「エネルギー供給構造高度化法」の基本方針・判断基準を策定する上で基盤となる科学的な事実及びそこから導かれる基本的な考え方をとりまとめることを目的とする。

2

検討体制と各WGにおける検討内容

持続可能性基準の検討にあたっては、有識者、関連事業者及び経産省、農水省、環境省からなる「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会 」を設置。さらに分野別に4分野のWGを設置。本中間とりまとめについても、3省が協力してまとめたものである。

「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会」

- GHG排出量評価WG
  【座長】横山　伸也　東京大学大学院農学生命科学研究科　教授
  GHG排出に係るLCA手法、デフォルト値等を検討
- 食料競合評価WG
  【座長】鈴木　宣弘　東京大学大学院農学生命科学研究科　教授
  バイオ燃料と食料競合との関わり、影響回避のための方策について検討
- 生物多様性等評価WG
  【座長】磯崎　博司　明治学院大学法学部　教授
  バイオ燃料による生物多様性問題、社会問題の回避のための方策について検討
- 経済性・供給安定性評価WG
  【座長】河原　勇人　出光興産（株）経営企画部政策室　政策課長
  バイオ燃料の経済性、供給安定性、総括シナリオの考え方について検討

【検討会　メンバー】

横山　伸也	東京大学大学院農学生命科学研究科　教授　【座長】
石谷　　久	東京大学　名誉教授
磯崎　博司	明治学院大学法学部　教授
大西　茂志	全国農業協同組合連合会　営農総合対策部長
後藤　一郎	バイオマス燃料供給有限責任事業組合 事務局長
斎藤　健一郎	新日本石油株式会社 研究開発本部 研究開発企画部 部長
坂西　欣也	（独）産業技術総合研究所　バイオマス研究センターバイオマス研究センター長
澤　　一誠	三菱商事㈱　新エネルギー事業　第二ユニット シニアマネージャー
鈴木　宣弘	東京大学大学院農学生命科学研究科　教授
泊　みゆき	NPO法人 バイオマス産業社会ネットワーク　理事長
冨山　俊男	出光興産株式会社 環境安全部 地球環境室 室長付
茂木　和久	社団法人　日本自動車工業会　燃料潤滑油部会　部会長

【オブザーバー】

- 農林水産省　大臣官房環境バイオマス政策課
- 環境省　地球環境局　地球温暖化対策課
- 経済産業省　資源エネルギー庁　新エネルギー対策課
- 経済産業省　資源エネルギー庁　資源・燃料部政策課

石油連盟　企画部
財団法人　石油産業活性化センター
独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構　新エネルギー技術開発部 バイオマスグループ

3

バイオ燃料の持続可能性基準の国際動向

4

バイオ燃料の持続可能性に関する国際的議論（1）

- 学術的レポート
  - バイオ燃料のライフサイクルでのエネルギー収支や温室効果ガス排出の評価は、各国で気候変動対策としてのバイオ燃料の可能性に注目され始めた1990年代後半から注目。2000年代半ばからはケーススタディ間の比較・レビューを行った研究や、ライフサイクル評価ツールを用いて多数の原料・プロセス等を比較した研究も多数発表（IEA, Biofuels for Transport —an International Perspective, 2004 等）。
  - その他の環境、社会影響についても、ブラジルや東南アジアにおける輸出用バイオ燃料への期待の高まりを受け、主に原料生産による地域環境や労働条件の悪化について国連機関やNGOのレポートが指摘。また、2007年頃からの食糧価格の高騰の一因としても、バイオ燃料の影響が指摘されている。
  - 個別の環境・社会影響の研究報告を受け、バイオ燃料持続可能性に関する基準の提言が為された下記のような研究報告書が、研究機関やNGOなどから発表。

機関	報告書名	公表年	概要
オランダ	Criteria for sustainable biomass production	2006	オランダの現環境相Jacqueline Cramer氏を中心として検討された試験的基準。
WWFドイツ	Sustainability Standards for Bioenergy	2006	持続可能基準自体の提示に加え、EUとしての法的枠組の必要性を述べている。
IFEU	Criteria for a Sustainable Use of Bioenergy on a Global Scale	2008	ハイデルブルグエネルギー・環境研究所(IFEU)が環境省から受託したプロジェクト" Criteria for a Sustainable Use of Bioenergy on a Global Scale"の成果。
Roundtable on Sustainable Biofuels	Global principles and criteria for sustainable biofuels production Version Zero	2008	スイス連邦工科大学(EPFL)が主催する自主的ラウンドテーブルが2008年8月に取りまとめた、バイオ燃料に対する基準の第ゼロ次ドラフト。現在は第一次ドラフトが公表。
ERIA	Sustainable Biomass Utilisation Vision in east Asia	2007	東アジアのバイオマス活用について、環境、経済、社会の3側面の指標から評価したもの。
バイオマス産業社会ネットワーク他	「持続可能性に配慮した輸送用バイオ燃料に関する共同提言」	2007	国内の主要NGOが国内政府に対して共同発表した、持続可能性に配慮した輸送用バイオ燃料利用に関する提言。

5

欧米でのバイオ燃料の持続可能性基準の策定

- 各国における検討
  - 前述の国際的懸念の流れ等を受け、各国においてバイオ燃料の持続可能性を担保する制度が検討。

検討主体・制度名	概要
EU再生可能エネルギー指令	2009年6月に発効。2010年までに輸送燃料の5.75%、2020年までに10%をバイオ燃料及び再生可能エネルギーとするという目標に加え、当該目標達成に使用することができるバイオ燃料の持続可能性基準を制定。
英国Renewable Portfolio Standard	2008年4月より輸送用燃料供給事業者に対しバイオ燃料導入を義務付け。この一環として、供給したバイオ燃料の原料や温室効果ガス排出量等の情報も報告を義務化。
米国Energy Independence and Security Act of 2007	ライフサイクルで基準以上の温室効果ガス削減量があるバイオ燃料のみを、2010年以降のRFS2（改訂再生可能燃料導入義務, Renewable Fuel Standard）制度の対象とすることを規定。
米国カリフォルニア州 Low Carbon Fuel Standard	運輸部門からのGHG排出原単位を、ライフサイクルを考慮した上で10%低減させることを目標。2008年末より施行。
ブラジル Brazilian Program for Biofuels Certification	Inmetro（度量衡工業品質規格化研究所）を中心に、バイオ燃料の認証制度について2007年7月に検討開始

  - 先行するEU、英国等では、LCAでの温室効果ガス削減効果、生物多様性、食料競合等の項目を基準として策定

			EU：再生可能エネルギー導入促進指令	英国：RTFO	米国：RFS2
個別のバイオ燃料に求められる基準	環境	LCAの温室効果ガス削減効果	・2017年以降は**50%削減**（2017年までは35%削減）	・2010年以降は**50%削減**	・セルロース系（先進型）バイオ燃料は**50～60%削減**（既存のトウモロコシ由来のエタノールについては20%削減）
		生物多様性への影響	・生物多様性が高い、消失懸念のある土地での原料生産を禁止	・現地法の遵守 ・生物多様性の高い土地での原料生産を禁止	—
		その他環境	・EU域内の生産についてはEUの農業規制、環境規制に準拠	・水資源の適切な利用 ・大気汚染につながる焼畑・廃棄物焼却を行っていない	—
	社会		—	・労働者の権利保護 ・土地所有権の確保等	—
政府が監視する項目（食料競合など）			欧州委員会が2年毎に、バイオ燃料原料の需要増が、食料価格・原料生産地での社会影響について調査	個別事業者の範疇を超えた間接影響については、再生可能燃料機構が、モニタリング・分析	規制事前評価の実施、間接影響（食料・飼料価格等）についても事後評価

4

バイオ燃料の持続可能性に関する国際的議論（3）

- 国際的枠組み
  - Global BioEnergy Partnership（GBEP）：2005年7月のグレンイーグルズサミットでのイタリアのベルルスコーニ首相の提案を受け、バイオエネルギーの持続的発展を図ることを目的として、2006年5月11年に設立。具体的な検討は「温室効果ガス方法論タスクフォース」、「持続可能性タスクフォース」で実施。
  - CEN（欧州標準化委員会）：オランダの提案により、欧州統一規格化のための技術委員会（CEN/TC 383）を2008年2月に設置して規格原案の検討を開始。最終的な規格発行は2011年5月を予定。
  - ISO：2008年10月のブラジルの標準化組織ABNTとドイツ標準化組織DINのバイオ燃料の持続可能性に関する共同提案が各国投票で採択され、現在プロジェクト委員会設置に向けた手続きが進行中。2009年6月には予備会合がドイツで開催され、プロジェクト委員会のタイトルとスコープについて合意。

⇨ 我が国としても、バイオ燃料導入を推進しているところであるが、バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会においては、既に制度化が進んでいるEUの再生可能エネルギー指令、英国のRTFO等を踏まえ、①LCAでのGHG削減効果、②食料競合問題、③生物多様性等の影響、④供給安定性・経済性について、検討を行うこととした。

また、並行してGBEPでの検討に参画し、国際的な動向との協調を図っていくこととした。

7

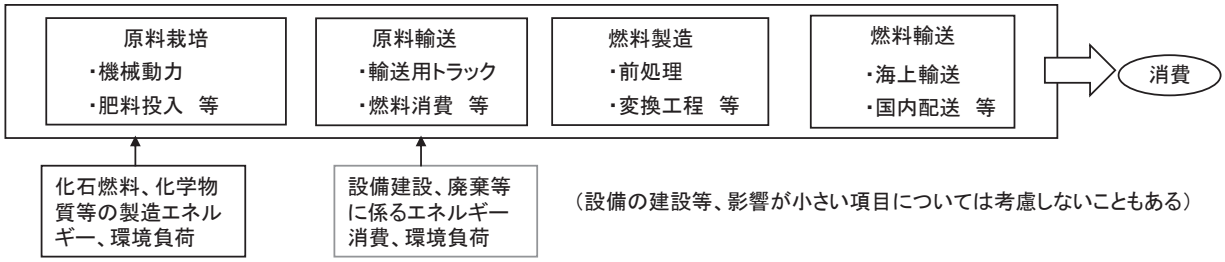
LCAでのGHG排出量

8

LCAとは何か？

- LCA（Life Cycle Assessment）とは、ある製品やサービスのライフサイクル（生産・使用・廃棄）の環境影響（必要とするエネルギー・素材資源量や発生する環境負荷（大気排出物であれば二酸化炭素、SOx、NOxなど）を、その生産に必要となる原料や設備の製造や廃棄までを考慮して、評価する手法である。
- バイオ燃料のCO2排出量に関するLCAでは、原料の栽培から最終的な燃料利用に至るまで、生産から消費までの一貫したCO2排出量を評価する。

バイオ燃料の製造から消費までの工程例



（設備の建設等、影響が小さい項目については考慮しないこともある）

燃料製造工程における算定方法例

燃料製造に伴うGHG排出（年間あたり）

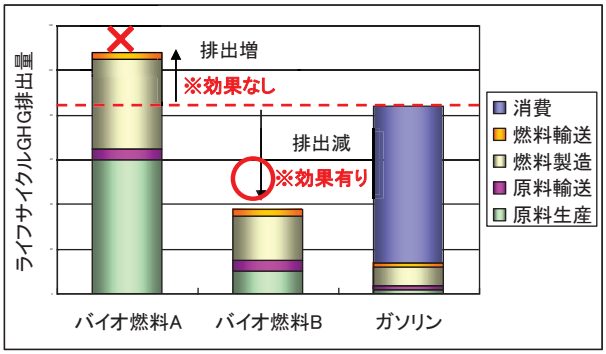
＝電力消費に伴うGHG排出＋燃料消費に伴うGHG排出
　＋工業用水消費に伴うGHG排出＋NaOH消費に伴うGHG排出

＝電力量[MWh/年]×排出係数[tCO2/MWh]＋燃料消費量[kL/年]×排出係数[tCO2/kL]
　＋工業用水量[kt/年]×排出係数[tCO2/kt]＋NaOH量[t/年]×排出係数[tCO2/t]

9

LCAを用いた評価

- 温暖化対策としての利用意義に鑑みると、バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量（化石燃料に対する削減率）は、バイオ燃料の持続可能性に関する基準の中でも最も重要なものの一つ。
- バイオ燃料は、燃焼時のCO2排出はカーボンニュートラル性に鑑みゼロと見なせるが、原料の栽培や燃料製造時等にもGHGが発生する。従って、ライフサイクルでのGHG排出を計算し、代替する化石燃料のライフサイクルGHG排出量と比較して小さくなければ、温暖化対策にはなり得ない。
- 今後、バイオ燃料の使用を温暖化対策として義務付けるのであれば、その使用しているバイオ燃料がGHG削減効果を有することを検証することは不可欠。
- EU再生可能エネルギー指令、英国RTFO（Renewable Transportation Fuel Obligation）、米国RFS等の制度においても、バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量の評価を義務付け、化石燃料に対する削減率の要件を設けている。



ライフサイクルGHG排出量の比較例

バイオ燃料、ガソリンの各工程における排出要因は以下の通り。

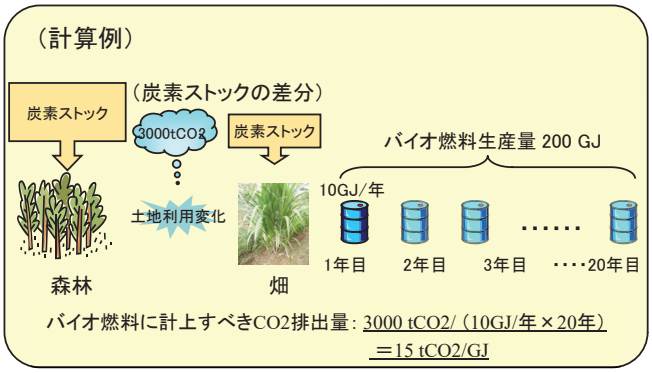
	バイオ燃料	ガソリン
原料生産	原料栽培	原油採掘
原料輸送	原料輸送	原油輸送
燃料製造	バイオ燃料製造	原油精製
燃料輸送	バイオ燃料輸送	ガソリン輸送
消費	0（カーボンフリー）	ガソリン消費

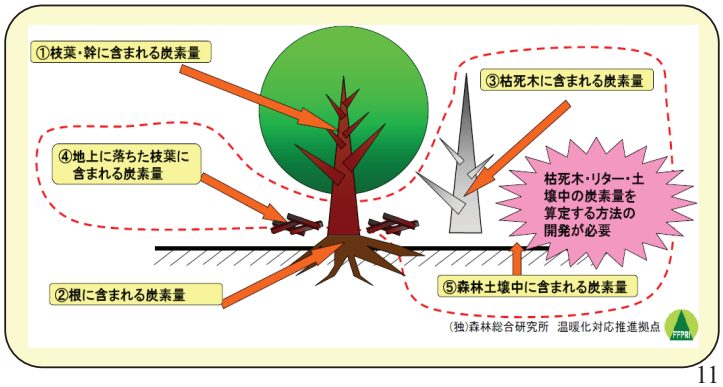
左のグラフでは、GHG削減効果を有するバイオ燃料はバイオ燃料Bのみ。

10

バイオ燃料のLCAにおける「土地利用変化」の考え方 ①

- 植物は光合成によってCO2を吸収し、有機物の形態で炭素を葉・枝・幹・根に固定する。また、落葉や枯死などにより土壌へ還元された有機物（炭素）は、微生物の呼吸などを通してCO2として大気に放出されるが、一部は土壌中に残存する。
- 植物や土壌中の炭素ストック量は土地利用の形態により異なる。IPCCのガイドライン（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories）では、森林、農地、草地、湿地、開発地等のカテゴリーにおいて、下図に示す炭素プール中の炭素ストック量の算定方法を定めている。
- バイオ燃料の原料栽培において、森林や草地から農地への転換が生じ、炭素ストック量に変動があった場合、バイオ燃料の生産に伴うCO2排出として計上する必要がある。
  - ➢ バイオ燃料用原料の生産拡大方策の一つとして、新規農地開発がある。実際、東南アジア等ではバイオディーゼル原料となるパーム椰子プランテーションの開発において森林伐採が多発したとの指摘もある。
  - ➢ 炭素排出は土地利用変化におきた時点で生ずるが、その後長期にわたりバイオ燃料の原料栽培が可能である。従って、EU指令や英国RTFOでは、森林又は草地から農地への土地利用変化が生じた場合、土地利用変化に伴う地上・地中の炭素ストック変化を20年に均等配分して計上することとしている。





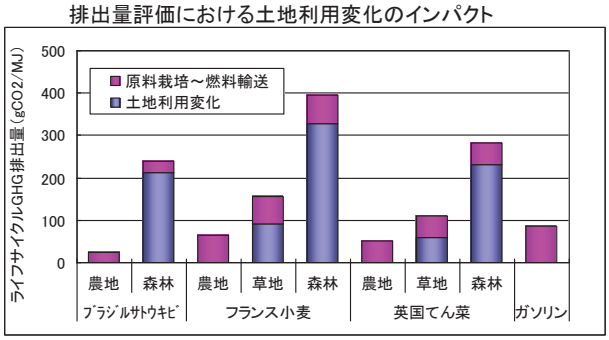
11

バイオ燃料のLCAにおける「土地利用変化」の考え方 ②

- 土地利用変化に伴うGHG排出量は、原料栽培～燃料製造工程の排出と比べ、大幅に大きくなる可能性がある。従って、バイオ燃料のGHG削減効果の評価において極めて大きな影響を与え得る。
- 土地利用変化の種類は、直接的土地利用変化と間接的土地利用変化が存在。
  - 直接的土地利用変化：バイオ燃料用作物生産のための森林、草地等から農地への土地転換
  - 間接的土地利用変化：バイオ燃料用作物の生産により当該土地で従来生産されていた作物等が別の土地で生産されることに伴う土地転換
- 間接的土地利用変化については、因果関係の立証や影響の定量化には困難が伴う。
  - EU指令や英国RTFOでは、上記理由により間接的土地利用変化は政府の監視事項とし、当面は事業者単位での考慮は不要としている。（他方、カリフォルニア州のLow Carbon Fuel Standardでは、モデル分析により間接的土地利用変化も含めたGHG排出量を評価しようとしている。※）

  ※間接的土地利用変化を考慮するカリフォルニア方式＝バイオ燃料にとって不利とは限らない。草地や森林を農地に転換する場合、EU指令や英国RTFOの計算では多量の排出増となるが、米国方式ではモデル分析により影響が平準化されるため、削減目標を達成できる可能性もある。
- 制度の遡及的適用を回避するため、EU指令、英国RTFOとも制度施行後の直接的土地利用変化のみ考慮。

◆英国RTFOにおけるバイオ燃料のライフサイクルGHG排出量評価における土地利用変化のインパクト



LCAでのGHG排出量の算定方法の検討

- バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量の算定においては、算定対象とする温室効果ガスや算定対象範囲の設定方法、各工程において算定すべき項目等、算定方法を定める必要がある。
- 本検討会（GHG排出量評価WG）では、EU指令や英国RTFO、我が国の「バイオ燃料技術革新計画」等を参考に、我が国としての算定方法を検討。詳細については次ページ以降を参照。
- EU指令、英国RTFOとの主な違い及びその理由は以下の通り。
  - CH4、N2Oの温暖化係数：EU指令及び英国RTFOではIPCC 2006ガイドラインを参照して設定されているが、我が国においては事業者の混乱を防止するため、京都議定書や温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度で用いられている値を用いることとする。
  - 副産物へのアロケーション方法（※）：EU指令では熱量按分、英国RTFOでは代替法又は価格按分が用いられるが、アロケーション方法は様々な方法があり、副産物によって適当な方法が異なる。我が国においてはバイオ燃料技術革新計画の提言に従い、「プロセスを細分化して副産物の環境負荷を個別に評価出来るように心がける。機械的な配分が不可避な場合、出来る限り合理的に説明できる方法を採用し、その方法と理由を明記する」こととする。注）アロケーション：バイオ燃料の製造プロセスで、有用な副産物が発生する場合（エタノールの場合、サトウキビのバガスや発酵残渣（飼料代替等）等が副産物として発生する）において、バイオ燃料と副産物でエネルギー投入量と環境負荷を分割すること。

副産物へのアロケーション方法の例

方法	概要	特徴
重量按分法	バイオ燃料及び副産物の重量比によるアロケーション	算定方法は単純だが、その他の方式と比して説得力や妥当性に欠く。
熱量按分法	バイオ燃料及び副産物の熱量比によるアロケーション	副産物がエネルギー源である場合には有用。ただし、副産物がマテリアル利用されるものである場合には、副産物の保有エネルギーはあまり意味をなさない。
市場価値按分法	バイオ燃料及び副産物の市場価値比によるアロケーション	市場価値は様々な外的要因によって変化しうるため、一貫性のある評価が困難。
代替法	副産物が代替する物質の製造エネルギー／GHG排出によるアロケーション	副産物がマテリアル利用されるものであった場合には特に有用だが、算定方法が複雑となる。
プロセス細分化	プロセスを細分化して副産物の環境負荷を個別に評価	最も実態を表す方法と考えられるが、算定方法が複雑となる。

LCAでのGHG排出量の算定方法に用いる設定項目 ①

算定対象ガス	• 算定すべき温室効果ガスの種類はCO2、CH4、N2Oとする。CH4、N2Oの温暖化係数はそれぞれ21、310とする。 • CH4についてはバイオマスの燃料に伴う排出及び有機物の発酵による排出、N2Oについては肥料の製造、施肥に伴う排出について考慮する。
バウンダリ(※)	• 直接的土地利用変化、原料栽培、原料収集、燃料製造、燃料輸送(製油所まで)の各工程を算定対象とする。ガソリン混合段階における排出については今後の検討課題として認識した上で当面は考慮しない。 • 間接的土地利用変化、リーケージ(※)については当面の間政府の監視項目とし、事業者による算定は不要とする。
土地利用変化に関する算定方法	• 湿地や泥炭地、高密度森林での原料栽培は禁止。 • 森林又は草地が農地へ転換された場合、直接的土地利用変化に伴う地上・地中の炭素ストック変化を20年に均等配分して計上する。 • 土地利用変化が生じたとは、「エネルギー供給構造高度化法」バイオ燃料　基本方針・判断基準に係る施行日前の状態から変更があった場合と定義する。 • 荒廃地や汚染地、放棄地で原料栽培された場合一定のボーナスを付与し、バイオ燃料のGHG排出量から控除可能とする。
原料栽培に関する算定方法	• 使用したエネルギー起源のCO2、バイオマスの燃焼に伴うCH4・N2O、廃棄物等の処理に伴うCO2・CH4、殺虫剤等の化学物質の製造・調達に伴うCO2、肥料の製造・施肥に伴うCO2・N2Oの排出を計上。 • 廃棄物を原料とする場合、原料の収集に要したエネルギー起源のCO2のみを計上する。また、回避されるGHG排出(例:メタン発酵の防止)の量が立証できる場合、削減として考慮することが可能。 • 化石燃料、電力の排出係数については、ライフサイクル排出量を考慮した値を用いる。(以下同様)

14

LCAでのGHG排出量の算定に用いる設定項目 ②

燃料製造に関する算定方法	• 使用したエネルギー起源のCO2、バイオマスの燃焼に伴うCH4・N2O、廃棄物等の処理に伴うCO2、CH4及び触媒等の化学物質の製造・調達に伴うCO2の排出を計上。 • 発生したCO2を回収・隔離している場合、排出量から控除可能。
原料輸送、燃料輸送に関する算定方法	• 原料、燃料の輸送や貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力・熱等のエネルギー起源のCO2を計上する。 • 他貨物と共同で輸送されている場合、当該輸送機関が消費したエネルギーを重量で按分し、自らの排出とする。 • 復路便のエネルギー消費についても考慮する。
アロケーション方法	• 副産物が発生した場合、プロセスを細分化して副産物の環境負荷を個別に評価する。機械的な配分が不可避な場合、出来る限り合理的に説明できる方法を採用し、その方法と理由を明記する。 • 副産物とは、自らエネルギー又はマテリアル利用するもの、及び他者に有償で販売したものと定義する。
化石燃料との比較方法	• ライフサイクル温室効果ガス排出量の削減率は、次式により計算する。なお、バイオエタノールはガソリン、バイオディーゼルは軽油を比較対象の化石燃料とする。 削減率＝(EF – EB)/EF EF:比較対象となる化石燃料のライフサイクル温室効果ガス排出量 EB:バイオ燃料のライフサイクル温室効果ガス排出量 • ガソリンのライフサイクル温室効果ガス排出量は81.7gCO2eq/MJとする。

注)

バウンダリ:LCA評価の対象となる算定対象範囲(境界)。

リーケージ:廃棄物系資源をバイオ燃料用原料に利用することで他のエネルギー・マテリアル用途を阻害してしまうことにより生ずる環境負荷(GHG排出増)。

アロケーション:バイオ燃料の製造プロセスで、有用な副産物が発生する場合(エタノールの場合、サトウキビのバガスや発酵残渣(飼料代替等)等が副産物として発生する)において、バイオ燃料と副産物でエネルギー投入量と環境負荷を分割すること。

15

LCAでのGHG排出量の削減水準

LCAでのGHG排出量の削減水準として求められるべき水準

- バイオ燃料利用がGHG削減対策となるためには、ライフサイクルのGHG排出量が代替する化石燃料と比べて小さくなることが必要。具体的には、ガソリンのGHG排出量 の81．7g-CO2/MJ（※）を下回らなければ、バイオ燃料がCO2削減に寄与しているとはいえない。

※「石油製品油種別LCI作成と石油製品環境影響評価調査報告書」（平成11年度財団法人石油産業活性化センター「）による数値」

- バイオ燃料に求めるべきLCAでのGHG排出量の削減水準（対化石燃料）については、以下の視点から検討することが重要。
  - ➢ 他のバイオマスのエネルギー利用形態（例えばボイラーでの発電利用等）の効率と競合しうるレベル

    :今後、バイオ燃料の導入拡大を図る上では、食料との競合を回避可能な草木のセルロース系バイオ燃料が重要な役割を果たすと考えられる。この点、原料の草木を小規模なバイオマス専焼発電用に利用した場合一般的な発電効率である20%と同水準のGHG削減効果を達成するためには、バイオ燃料はガソリン比50%程度の削減水準が必要となる。

  - ➢ EU、米国等の先行国の水準との整合性

    :欧米の先行制度等における削減水準の動向
    EU指令：全てのバイオ燃料について2017年以降は**50%削減。**（2017年までは35%削減）
    英国RTFO：事業者毎の加重平均値として2010年以降は**50%削減。**（2009年までは40% 削減）
    米国RFS：セルロース系（先進型）バイオ燃料は**50～60%削減。**（既存のトウモロコシ由来エタノール等は20%削減）

  - ➢ バイオ燃料の生産技術・生産動向

    我が国では、セルロース系バイオ燃料の生産技術開発シナリオである「バイオ燃料技術革新計画」やNEDO「セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業」等において、化石エネルギー収支を2以上、CO2削減水準を5割以上（対ガソリン）という目標を提示

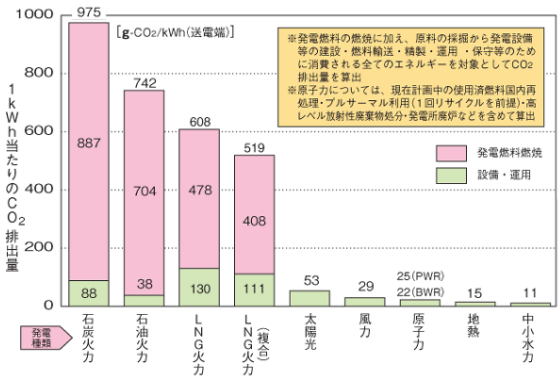
⇨ バイオマスの有効利用という観点からは、どの時点で達成するかの時期については検討が必要であるものの、LCAでのGHG排出量の削減水準として50%程度が一つの目安となる数値ではないか。

16

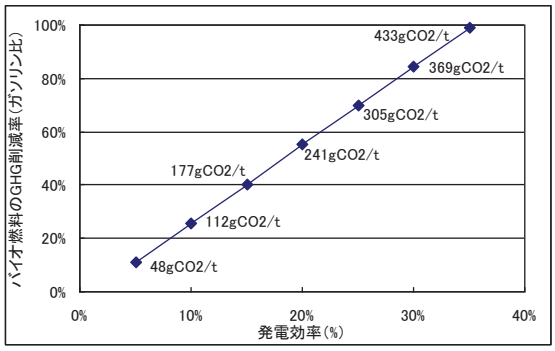
（参考）バイオマスの小規模発電利用との比較

- バイオマスはバイオ燃料以外にも発電等、他のエネルギー利用形態が可能であり、より効率性の高い利用方法を選択することが重要である。従って、バイオ燃料をGHG削減対策と位置付けるためには、他の技術と比較して遜色ない程度の削減効果が求められる。

- 比較的小規模なバイオマス専焼発電（発電効率20%）による系統電力代替と同水準のGHG削減効果を達成するためには、バイオ燃料はガソリン比50%の削減の達成が必要。



電源別ライフサイクルGHG排出量



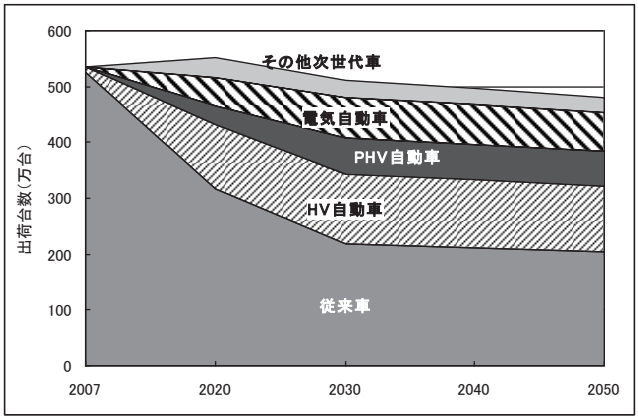
同水準のGHG削減効果を達成するバイオマス発電効率とバイオ燃料のGHG削減水準

（数値はバイオマス1tあたりのGHG削減効果）

17

（参考）環境対策としてバイオ燃料を輸送用燃料に利用する理由

- 電気自動車、ハイブリッド自動車（HV）やプラグインハイブリッド自動（PHV）等の次世代自動車の割合は、2030年に出荷台数の約半数を占めるとの予測がある（環境省試算）。
- そのうち、電気自動車は2020年で出荷ベースで1割、2030年に出荷ベースで1割から2割程度とされている。
- そのため、当面は従来車に加え、ハイブリッド自動車（HV）及びプラグインハイブリッド自動車（PHV）が出荷台数の多くを占めることとなるが、これらの自動車はいずれもガソリンを使用する車であり、PHV以外はエネルギー源としてガソリンを主体としている。
- よって、これら自動車の環境対策としてはガソリンをバイオ燃料に代替する方法が一つの方法である。



電気自動車等の普及イメージ

出典）2007年実績：自動車工業会資料、2020～2050年予測：環境省　次世代自動車普及戦略

18

デフォルト値の設定について　①

○デフォルト値設定の目的

- EU、英国等ではバイオ燃料のライフサイクルGHG排出量の算定に際する事業者負担を軽減するため、利用可能性がある原料・生産工程・輸送等が異なる個別のバイオ燃料毎に、政府が事業者が採用可能な削減水準をデフォルト値として定めている。
- これは、計算式や結果を提示することにより、事業者に対してバイオ燃料生産プラントの設計改善への反映等の目標とすることも可能。

○デフォルト値の使用方法

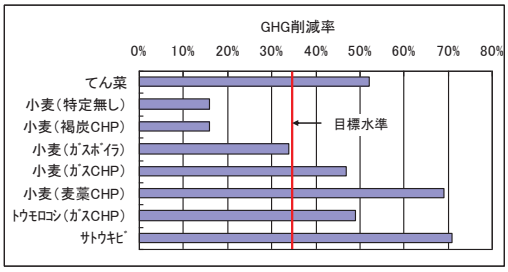
【削減水準との兼ね合い】

- デフォルト値が削減水準目標を上回る場合、当該バイオ燃料は「導入目標に計上可能なバイオ燃料」と位置付けられる。
- デフォルト値が削減水準目標を下回る場合、当該バイオ燃料を導入目標に計上したい場合には、自らGHG排出量を算定して削減目標を上回ることを立証することが必要。

【立証すべき項目】

- デフォルト値が用意されている場合、事業者は自分が調達するバイオ燃料が当該区分に該当することのみを立証すればよく、個別にGHG排出量を算定することは不要。
- デフォルト値を用いない場合は自ら各工程のGHG排出量を試算し、その妥当性を立証する必要があるが、必ずしも全ての工程が自らの管理下にないため、多大な負担となる可能性が高い。

◆EU指令におけるデフォルト値の例



- てん菜のデフォルト値は削減水準を上回るため、デフォルト値が活用でき、自らによる算定は不要。
- 小麦（ガスボイラ）は削減水準を下回るため、デフォルト値を採用できず、自身のプロセスのGHG排出量を算定し、削減目標を上回ることを立証することが必要。
- 小麦を原料とするエタノールの場合、ガスCHPを利用していればデフォルト値が活用できるが、当該事実を立証することが必要。（できなければ「特定無し」と見なされてしまう）

19

デフォルト値の設定について ②

デフォルト値の設定方針

公正な評価のために、客観的なデータ等により、実態を適正に踏まえた値とする。

- 本来のデフォルト値の位置づけから判断すると、技術開発段階や実証段階の値を適用することは適切ではないと考えられる。

不確実性が存在する場合は、保守的な値とする。

設定区分は適合性の立証が困難となるほどに細かく、かつ粗くならないように配慮する。

- 細かい場合は当該デフォルト値を採用する際、適合性の立証が困難となる。粗い場合はそこに含まれるバイオ燃料形態が幅広くなり、デフォルト値としての代表性が失われる。

新たなデータの収集状況、技術開発の進展等を踏まえ、デフォルト値については、今後、適宜、改定する。

デフォルト値の検討対象

- エネルギー供給構造高度化法の義務対象となる石油供給事業者により当面の導入が想定し得るバイオ燃料（エタノール）として以下を抽出し、検討を行った。なお、次頁の表において、今後我が国において導入が見込まれるバイオ燃料については、今後、デフォルト値の設定の検討を順次行っていく予定。
  - 海外産：ブラジル産サトウキビ由来エタノール
  - 国産：米由来エタノール（含むMA米）、規格外小麦由来エタノール、てん菜由来エタノール、建設廃材由来エタノール、廃糖蜜由来エタノール

デフォルト値の設定について ③

○我が国においてデフォルト値の検討を行う予定のバイオ燃料一覧（左）と、EU指令において定められたデフォルト値一覧（右、参考）を示す。我が国における国内の原料作物、調達先（輸送）、加工方法により同じ原料であっても、EU指令とは設定する値が異なることが考えられる。

我が国において検討予定のバイオ燃料（NEDO事業）

	原料	バイオ燃料	生産地域
短・中期的に導入が期待されるバイオ燃料	サトウキビ	エタノール	ブラジル
	多収量米	エタノール	国内
	規格外小麦	エタノール	国内
	余剰てん菜	エタノール	国内
	建設廃材	エタノール	国内
	廃糖蜜	エタノール	国内
	パーム油原料	BDF、BHD	東南アジア
	廃食用油原料	BDF、BHD	国産
	菜種油	BDF、BHD	欧州
	大豆油	BDF、BHD	北南米
	一般廃棄物	エタノール	国内
	キャッサバ	エタノール	タイ
	サトウキビ	エタノール	インド
	ジャトロファ	BDF BHD	各地
	ココナッツ	BDF BHD	東南アジア
長期的に導入が期待されるバイオ燃料	麦わら・稲わら	エタノール	国内
	林地残材、未利用古紙	エタノール	国内
	バガス	エタノール	ブラジル
	木材	エタノール等	各地
	多収量草本植物	エタノール	各地
	早生広葉樹	エタノール	各地
	黒液	エタノール	国内
	藻	エタノール／BTL	各地

注）網掛けは本検討会において、現時点でのデフォルト値/参考値の試算を行ったもの

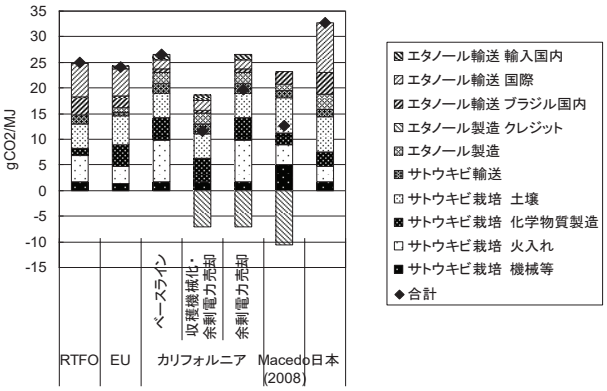
（参考）EU指令におけるデフォルト値（土地利用変化除く）

バイオ燃料		原料	プロセス	デフォルト排出量 （gCO2e/MJ） 栽培	加工	輸送	計	削減率
従来型	エタノール	テンサイ	―	12	26	2	40	52%
		小麦	特定無し	23	45	2	70	16%
			褐炭CHP		45		70	16%
			天然ガスボイラ		30		55	34%
			天然ガスCHP		19		44	47%
			麦藁CHP		1		26	69%
		トウモロコシ（域内生産）	天然ガスCHP	20	21	2	43	49%
		サトウキビ	―	14	1	9	24	71%
	ETBEの再生可能資源部分		―	エタノール生産過程で使用された値と同一				
	TAEEの再生可能資源部分		―	エタノール生産過程で使用された値と同一				
	BDF	菜種油	―	29	22	1	52	38%
		ヒマワリ油	―	18	22	1	41	51%
		大豆油	―	19	26	13	58	31%
		パーム油	特定無し	14	49	5	68	19%
			搾油時メタン回収		18		37	56%
		廃食用油、動物性油	―	0	13	1	14	83%
	水素化BDF	菜種油	―	30	13	1	44	47%
		ヒマワリ油	―	18	13	1	32	62%
		パーム油	特定無し	15	42	5	62	26%
			搾油時メタン回収		9		29	65%
	純粋菜種油			30	5	1	36	57%
	バイオガス	一般廃棄物	―	0	20	3	23	73%
		湿潤糞尿	―	0	11	5	16	81%
		乾燥糞尿	―	0	11	4	15	82%
先進型	エタノール	麦藁	―	3	7	2	13	85%
		廃木材	―	1	17	4	22	74%
		栽培木材	―	6		2	25	70%
	FT合成油	廃木材	―	1	0	3	4	95%
		栽培木材	―	4	0	2	6	93%
	DME	廃木材	―	1	0	4	5	95%
		栽培木材	―	5	0	2	7	92%
	メタノール	廃木材	―	1	0	4	5	94%
		栽培木材	―	5	0	2	7	85%
	MTBEの再生可能資源部分			メタノール生産過程で使用されたものと同じ				

ブラジル産サトウキビ由来エタノールのデフォルト値（土地利用変化無し）

- ブラジル産サトウキビ由来エタノールのデフォルト値を定めるにあたっては、主要な既存評価結果を比較・分析・検証を行い、また日本独自の数値（エタノールのブラジルからの輸送等）を踏まえ我が国としてのデフォルト値を設定した。
  - 英国RTFOのデフォルト値
  - EU指令のデフォルト値のベースとなったCONCAWE等の共同研究
  - カリフォルニアLow Carbon Fuel Standardのデフォルト値
  - ブラジルのカンピナス大学の研究者Macedoによる試算結果
- なお、ブラジル産サトウキビ由来エタノールのデフォルト値は、土地利用変化の有無による影響が大きいため、土地利用変化の有無を分けて検討を行った。
- 試算結果（土地利用変化無し）は以下の通り。十分保守的な値と考えられるため、デフォルト値として採択することが可能。（図と表を以下に示す）

ブラジル産サトウキビ由来エタノールのGHG排出量の試算結果 （図版）



ブラジル産サトウキビ由来エタノールのGHG排出量の試算結果 （表版）

		GHG排出量		GHG排出量 [gCO2/MJ]
原料栽培	化学物質製造	4.96	kgCO2/t-cane	**2.7**
	土壌（施肥）	12.6	kgCO2/t-cane	**6.9**
	火入れ	5.49	kgCO2/t-cane	**3.0**
	機械	3.21	kgCO2/t-cane	**1.8**
サトウキビ輸送		2.79	kgCO2/t-cane	**1.5**
エタノール製造	バガス	3.59	kgCO2/t-cane	**2.0**
	化学物質製造	21.2	kgCO2/kL	**1.0**
	余剰電力クレジット	0		**0**
エタノール輸送	ブラジル国内	111.3	kgCO2/t	**4.2**
	国際	259.8	kgCO2/t	**9.7**
合計				**32.7** （対ガソリン比60%削減）

22

ブラジル産サトウキビ由来エタノールのデフォルト値（土地利用変化あり）

〇2006IPCCガイドラインに準拠して算定。
- IPCCでは土地利用形態を森林、草地、農地、居住地、湿地、その他の6種類に分類しており、実現性等を鑑み森林及び草地からの転換について試算。

〇サトウキビ畑の炭素ストック算定において、単年性作物（Long-term cultivated）の係数を用いるか、多年生作物（Perennial/tree crops）の係数を用いるかによって、GHG排出量が異なる。
- IPCCでは、Perennial/tree cropsについて、フルーツ、ナッツ、コーヒー、カカオ等の樹木が例示されており、約7年毎に植え替えを行うサトウキビはそぐわないと考えられる。
- 本検討会を通じて実施した専門家へのヒアリングからは、上記の理由から、サトウキビをPerennial/tree cropsに分類することは困難であるとされている。また、我が国の農業専門家によれば、国際的には十分な実証データがない場合には保守的なデフォルト値を使う傾向があるため、サトウキビはLong-term cultivatedに分類される可能性が高いとの意見。

サトウキビを単年生と整理することとする。（多年生も参照値として試算。）デフォルト値としては単年性作物の係数を用いた場合の値を採用。

土地利用変化に関するデフォルト値

		GHG排出量 (g-CO2/MJ)
土地利用変化なし（既存農地）		0
土地利用変化あり	草地からの転換	55.5
	森林からの転換	242.1

（ガソリンのGHG排出量 81.7 g-CO2/MJ）

23

国産バイオ燃料の検討 ①

- 国産バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量試算値は、RTFOの先行事例における算定方法等を参考に、我が国独自の計算を行ったものである。
- 試算値に当たっては、我が国の実プラントデータを活用する際は、開発レベル（実証プラント／事業化プラント）や規模、その他特殊要因等を考慮し、一般的に適用可能な値であることを確認した上で利用する方針とした。
- 実際に国内バイオ燃料のCO2排出量を計算すると、国産バイオ燃料についてはまだ実証段階でありプラント等が小規模であること、デフォルト値設定に足るサンプルデータも十分存在するとは言い難いこと、プラント固有の操業形態があることなど、デフォルト値の根拠としてはいくつかの課題があることが分かった。
- このため、本検討においては、国産値についてはデフォルト値ではなく参考値として提示することとした。
- 今回、参考値として国内バイオ燃料のCO2排出量を算出したことで実態が把握でき、今後の取組の方向性が示せるものと考えられる。

24

国産バイオ燃料の検討 ②

〇国産バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量参考値結果（左）と、算定方針（右）を以下に示す。

国産バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量参考値

原料	原料栽培	原料輸送	燃料製造	燃料輸送	計	ガソリン比（削減率）
多収量米①（水管理状態の変化を伴う水田）	53	1	33	4	91	112%（−12%）
多収量米②（水管理状態の変化を伴わない水田）	19	1	33	4	57	70%（30%）
MA米	21	1	33	4	60	73%（27%）
規格外小麦	7	1	32	4	44	54%（46%）
てん菜	7	5	24	4	39	48%（52%）
建設廃材	0	1	3	4	8	10%（90%）
廃糖蜜	0	0	51	4	55	68%（32%）

国産バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量の算定方針（エタノール）

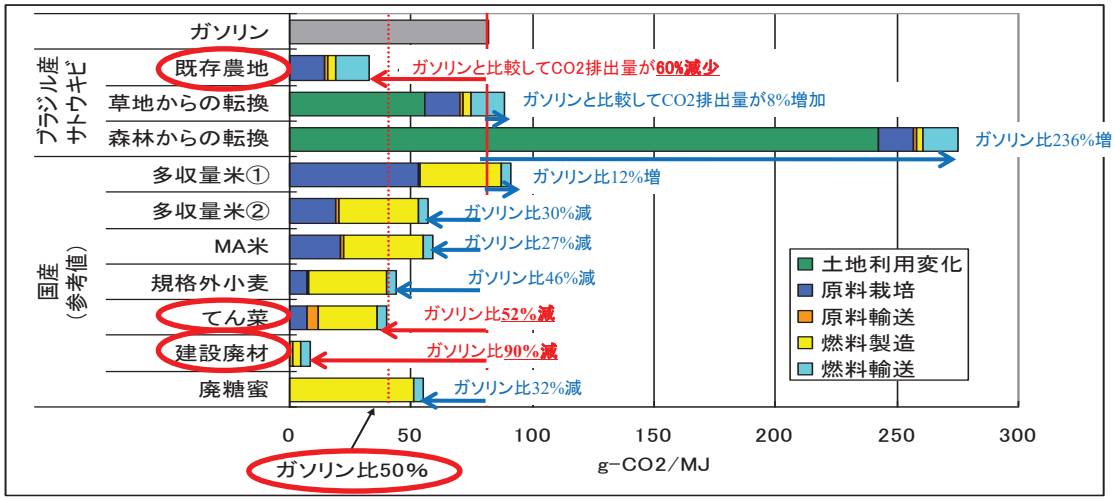
原料	算定方針			
	原料栽培	原料輸送	燃料製造	燃料輸送
多収量米	生産統計等より単収や肥料投入量、燃料消費量等を把握し、「多収量」や「規格外」等の補正を行い排出量を算定。	収集距離や収集形態、燃費を想定し、排出量を算定。	国内プラントについてデータ収集に努め、算定。	輸送距離や輸送形態、燃費を想定し、排出量を算定。
規格外小麦				
てん菜				
建築廃材等	廃棄物利用のため算定不要。			
廃糖蜜		発生地点近傍での燃料製造が想定されるため算定不要。		

25

ブラジル産エタノールのデフォルト値及び国産エタノールの参考値

- ブラジル産サトウキビ由来エタノールは、土地利用変化を伴わない場合には、50%を上回る削減効果がある。他方、現時点で得られるデータに基づくと、ブラジルにおいて草地をさとうきび畑に変えるという新規農地開拓を伴う場合は、土地利用変化による影響により、ガソリンよりもCO2排出量が多いと試算された。

- 国産バイオエタノールは、てん菜と建設廃材を原料と場合は50%を上回る削減効果がある。水管理状況の変化を伴わない多収量米は30%、廃糖蜜は32%の削減効果がある。



注1）多収量米①は水管理状況の変化を伴う水田、多収量米②は水管理状況の変化を伴わない水田で栽培した場合の試算結果
注2）ガソリンのライフサイクルGHG排出量は81.7gCO2/MJと想定
注3）地産地消型利用の場合、燃料輸送工程の排出は0となる。

26

判断基準における削減率を定めるにあたって

～諸外国における配慮事項～

EU指令

- 既存バイオ燃料製造プラントは、削減水準の遵守が2013年3月まで免除（2013年4月から適用）。指令発表後に新設されたプラントは即時適用。
- 2017年以降の目標（既設50%／新設60%）について遅くとも2014年までに、技術開発動向等を踏まえ上記基準の妥当性を評価し、必要に応じて見直し。

英国RTFO

- 全てのバイオ燃料について、GHG削減水準を含む持続可能性基準の遵守は2011年4月より義務付け。それまでは報告のみ（「不明」との報告も可）。
- 現状では努力目標期間である2010/11年までの目標しか定められていない。

米国RFS

- 従来型バイオ燃料（＝トウモロコシ由来エタノール）については20%の削減水準に留める（先進型は50～60%の削減水準）
- 削減水準を満たすバイオ燃料の調達が困難と判断された場合には、EPAは削減水準を最大で10%緩和することが可能（例：従来型バイオ燃料の場合20%→10%）

我が国においても、削減水準を満たすバイオ燃料供給や研究開発動向等を踏まえ、削減効果の水準を設定する際には所用の措置（削減率の段階的な引き上げ等）を講じることを検討することも必要と考えられる。

27

我が国におけるバイオ燃料のLCAでのGHG削減効果に対する考え方（総括）

算定方法

- EU指令や英国RTFO等を参考に、我が国としての算定方法を検討。主な違いはCH_4、N_2Oの温暖化係数、及び副産物へのアロケーション方法。

バイオ燃料に求める削減水準

- 他のバイオマスエネルギー利用形態との比較やEU、米国等の国際水準との整合性を鑑み、将来的な目標値として50%程度が適切と考えられる。
- ただし、その達成時期やそれまでの経過措置については、目標水準を満たすバイオ燃料の安定調達可能性やバイオ燃料利用の多面的意義等に鑑み、引き続きの検討が必要。

デフォルト値の設定

- ブラジル産サトウキビ由来エタノールについては、以下の通りデフォルト値を設定。ただし、土地利用変化（特に草地→農地）については現状のデータでは不確実性があり、引き続きの検討が必要。

		土地利用変化	原料栽培	原料輸送	燃料製造	燃料輸送	計	削減率
土地利用変化なし（既存農地）		0	14.4	1.5	3.0	13.9	32.7	60%
土地利用変化あり	草地からの転換	55.5	14.4	1.5	3.0	13.9	88.2	-8%
	森林からの転換	242.1	14.4	1.5	3.0	13.9	274.8	-236%

- 国産バイオ燃料についてはまだ実証段階であり、デフォルト値設定に足るサンプルデータも十分存在するとは言い難いため、主要なものについてデフォルト値ではなく参考値として提示。

28

食料競合問題

29

食料競合問題に係る検討事項

背景

2007年頃の食料価格高騰を背景に、バイオ燃料導入促進による食料競合の問題が社会的に指摘されている。

食料の安定供給を確保する観点から国内・国際的に受容性の高い形でバイオ燃料導入を推進するため、バイオ燃料生産と食料等との競合に関して配慮すべき事項についての検討を行った。

主な検討課題

・バイオ燃料と食料等との競合に関し、どのような問題が指摘・評価されているか。

・問題を回避するために、諸外国ではどのような対応が行われているか。

・我が国のバイオ燃料導入形態に即して、我が国が実施すべき対応は何か。

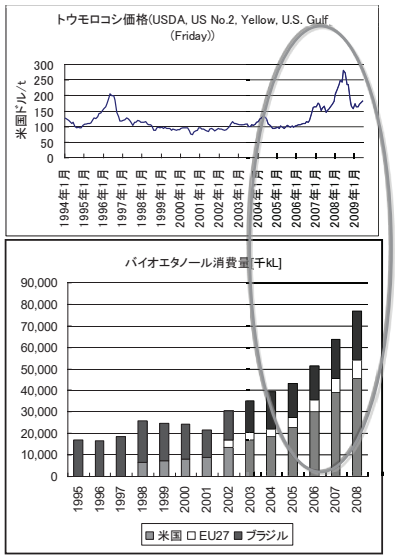
30

バイオ燃料と食料との競合を検討する必要性（1）

○2007年頃からの食料価格高騰を背景に、バイオ燃料導入により穀物等の需給が逼迫し、トウモロコシ価格や大豆価格等の高騰の一因となっているのではないかという見方が広がった。

○例えば2007年末には米国が2020年に360億ガロンのバイオ燃料導入目標を定めたが、米国では農業振興策のひとつとしてトウモロコシ原料を原料とするバイオ燃料生産を押し進め、導入量が拡大している。このような食料となる作物をバイオ燃料に利用することが、食料価格の高騰を招く主要因ではないかとの批判が生じた。

トウモロコシ価格とバイオエタノール導入量



出典）FAOSTAT, OECDstat

バイオ燃料原料別の競合の可能性（例）

調達形態	原料	バイオ燃料	国産／輸入	競合の可能性がある用途
副産物・廃棄物、余剰農産物の利用	廃糖蜜	エタノール	国産原料、ブラジル・インド等からの輸入	食品添加物原料
	バガス	エタノール	ブラジル、インド等からの輸入	直接エネルギー利用
	てん菜・規格外小麦等	エタノール	国産原料	飼料
	稲わら	エタノール	国産原料	飼料、敷料、堆肥、鋤き込み
	林地残材・製材廃材・建設廃材	エタノール	国産原料	マテリアル、直接エネルギー利用
	一般廃棄物、おから	エタノール	国産原料	飼料、直接エネルギー利用
	廃食用油	BDF（FAME/BHD）	国産原料	飼料、油脂化学工業原料
バイオ燃料生産を目的とした原料の生産	サトウキビ	エタノール	国産原料、ブラジル・インド等からの輸入	食品原料
	キャッサバ	エタノール	タイ等からの輸入	食品原料
	スイートソルガム	エタノール	東南アジア等からの輸入	食品添加物原料、飼料
	多収量米等	エタノール	国産原料	飼料
	エリアンサス等の資源作物（開発段階）	エタノール	東南アジア、アフリカ等からの輸入	（新規生産のみ）
	菜種	BDF（FAME/BHD）	国産原料	食品原料
	パーム油	BDF（FAME/BHD）	マレーシア、インドネシア等からの輸入	食品原料、油脂化学工業原料
	ジャトロファ（開発段階）	BDF（FAME/BHD）	東南アジア、アフリカ等からの輸入	（新規生産のみ）

31

バイオ燃料と食料との競合を検討する必要性（2）

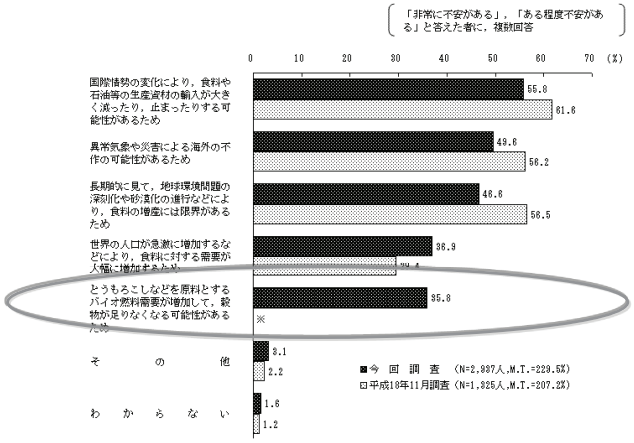
○2008年末から国内でも身近な食料品価格が値上げされ、国内のNGO・学術団体やマスコミも、同時期にバイオ燃料と食料競合の懸念を頻繁に言及した。バイオ燃料と食料との競合に関する国内の消費者の関心も集まった。

○国際的枠組み（GBEP)でも、「食料安全保障」がバイオエネルギー利用に当たって配慮すべき持続可能性基準のひとつとして合意された。

→国内・国際的に受容性の高い形でバイオ燃料導入を推進するためには、食料等との競合への配慮が必要である。

「将来の食料輸入に対する不安の理由」の国内世論調査

出典）内閣府「食料・農業・農村の役割に関する世論調査」（2008年10月）



GBEPによるバイオエネルギーの持続可能性基準

バスケット	基準
環境	1.温室効果ガス排出量
	2.土地生産力・生態系
	3.土地利用変化（間接を含む）
	4.大気質
	5.水の利用可能性、利用効率、質
	6.生物多様性
経済	1.資源利用可能性
	2.バイオエネルギー生産における資源利用効率
	3.経済振興
	4.バイオエネルギーの経済的実現可能性・競争力
	5.技術へのアクセス、技術的能力
社会	1.食料安全保障
	2.土地、水、その他資源へのアクセス
	3.労働条件
	4.地域社会発展
	5.エネルギーへのアクセス
	6.健康・安全
エネルギー安全保障	1.エネルギー安全保障

32

バイオ燃料と食料等競合の構造

○バイオ燃料の生産・利用が食料等に与える影響は、以下に分類される。

◆ バイオ燃料導入による総合的な影響

例： 農作物価格・食料等価格の上昇、食料用農地面積の減少、飢餓問題の深刻化

- 個々のバイオ燃料事業ではなく、マクロ的に引き起こされる問題である。
- 食料価格はマクロ的な競合を評価するための代表的な指標となる。

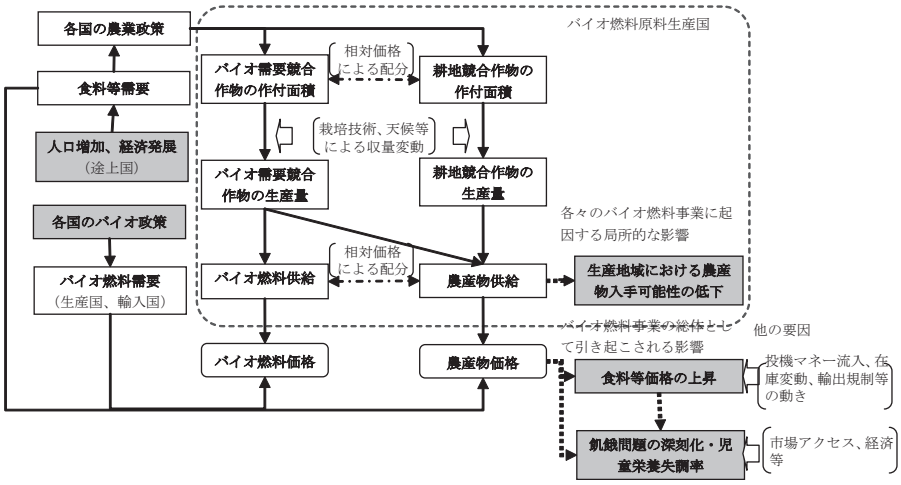
◆ 各々のバイオ燃料生産事業に起因する局所的な影響

例： 地域住民の自給農作物の生産減少、地域での既存利用形態（稲わらの飼料利用など）への影響

- 個々のバイオ燃料事業者が配慮すべき問題である。

◆食料価格を食料競合の指標とした理由

・食料競合が発生しているかについては、世界への食料供給量と満足度をみるのも一例であるが、これらについては定量的な指標としては不適切である。このため、以下のフロー図からも様々な要因が最終的には食料価格に直結していることから、今回の検討としては、<u>食料競合が起こっているかどうかの判断指標として市場の食料価格の変動をみることとする。</u>



33

バイオ燃料生産が食料価格へ与える影響の分析手法

○「バイオ燃料事業の総体として引き起こされる影響」の代表的な指標は**食料価格**である。世界でも、食料価格にバイオ燃料が与える影響について様々な分析が行われている（次頁）。

○**食料価格を決定する要因として、<u>バイオ燃料導入以外にも以下の表で示す様々な要素</u>**があり、要素間の相互影響もある。バイオ燃料生産が食料価格へ与える影響を定量化するには、これらの要因を分解していなかければならない。

短期／周期的要因	天候による収量減少 穀物在庫の減少 輸出規制 投機的要因
長期／構造的要因	食料・飼料需要の増加 バイオ燃料生産 燃料価格の上昇 低調な農業部門投資

○これらの要因が食料価格へ与える将来の影響を分析する手法として、「一般均衡モデル」と「部分均衡モデル」がある。ただし、それぞれについて一長一短があり、今後、予測能力を高めるためのさらなる研究が必要とも指摘されている。（世界的にも分析モデルが確立していない状況）

	一般均衡モデル	部分均衡モデル
概要	経済全体の需給調整が行われた後の最終的な状況（例えば2020年頃の状態）を分析する	需給調整が行われる範囲を限定して分析する
結果の傾向	価格への影響は比較的小さく評価される	価格への影響は比較的大きく評価される

34

バイオ燃料生産が食料価格へ与える影響の分析事例

○過去の食料価格にバイオ燃料が与えた影響や、将来の食料価格にバイオ燃料が与える影響として、モデル分析等による分析結果が出されている。

○バイオ燃料が食料価格に何らかの影響を与えるという見方は一致するものの、**<u>定量的な比較は現状の知見においては困難</u>**である。

	文献	主な結論
過去の実績分析	世界銀行 “Rising food prices: Policy options and World Bank response”, 2008※1	・2004～2007年の世界トウモロコシ生産増加量のほぼ全てが、米国のバイオ燃料生産に起因するものである。 ・エネルギー・肥料価格上昇に直接起因するのは、食料価格上昇の15%のみである。
	IMF “Commodity Prices and Global Inflation, Remarks At the Council on Foreign Relations”, 2008	・バイオ燃料需要増加がとうもろこし価格上昇の70%、大豆価格上昇の40%に寄与した。
	米国農務省経済研究所 “Statement of Joseph Glauber, Chief Economist”, 2008	・トウモロコシと大豆の食料価格上昇の原因は、バイオ燃料生産増加にあるが、輸出増加や天候も原因である。 ・2007年半ばからの食料価格45%上昇のうち、バイオ燃料による影響は3%である。
将来の影響評価	国際食糧政策機構（IFPRI）”The World Food Situation: New Driving Forces and Required Actions”, 2007	・現在計画・予想されているバイオ燃料生産が実現した場合、2020年の価格上昇率は、小麦8.3%、油糧種子18.1%、トウモロコシ26.3%等である。
	農林水産政策研究所「2018年における世界の食料需給見通し」, 2009	・2007 ～08 年の耕種作物の価格の急激な高騰は収束。 ・とうもろこし価格は、人口増加・飼料用需要増加・バイオ燃料原料用需要の増大の影響で、高い水準・上昇基調で推移。これにより、小麦・米・大豆の価格も強含みで推移。
	国連食糧農業機関（FAO）“The state of food and agriculture”, 2008	・ 2007年のバイオ生産が続く場合と比較して、2010年に、バイオ燃料の生産が30%増加した場合の食料価格の上昇影響を試算。 ・砂糖価格は約26%、トウモロコシ価格は約11%上昇する。
	GTAP Biofuels for all? Understanding the Global Impacts of Multinational Mandates”,2008	・EUのバイオ燃料導入政策により、2006～2015年、ブラジルの対EU油脂種子作物の輸出額は12億400万ドル増加するが、食料（粗粒穀物と油脂種子除く）の合計輸出額は7億7,500万ドル減少。

35

世界のバイオ燃料と食料との競合に対する制度

○**欧米諸国でもバイオ燃料導入が食料需給に与える影響を監視**することを、バイオ燃料導入促進制度の中に盛り込んでいる（下表）。EUでは、「影響が発覚したときに適切な措置をとる必要がある」と規定している。

制度	報告者	規定	備考
EU指令	国	• 欧州委員会が2年毎（最初の報告は2012年）に、（特に発展途上国の国民にとっての）手ごろな価格での食料調達可能性について欧州議会・連合理事会に報告。 • 影響が発覚した場合には欧州委員会は適切な措置をとる必要がある。	土地利用の権利、国際労働期間条約の遵守、生物多様性関連条約の遵守についても同じ扱い。
	事業者	規定無し	各国制度において規定が設けられる可能性はある。
英国RTFO	国	再生可能燃料機構（RFA）が食料に与える影響についてモニターし、毎年英国議会へ報告。	間接的土地利用変化も同じ扱い。
	事業者	義務なし	
米国RFS	国	National Academy of Scienceが食料・飼料等へ与える影響について制度施行後18ヶ月以内に報告。	国内の諸産業への影響評価が中心。
	事業者	義務なし	

○制度を導入するに当たっての影響評価でも、食料価格に与える影響等が分析されている。

	レポート	概要
EU	欧州委員会（農業・農村開発総局）“The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets”, 2007	• 2020年にEU全体の輸送用燃料消費に占めるバイオ燃料の割合を10%としたときの影響を評価。 • 穀物消費の18%がバイオエタノールの原料に使用されるが、穀物価格は長期的には2006年から3～6%の増加に止まると分析。
英国	再生可能燃料機構(RFA), “The Gallagher Review”,2008年7月	• 英国RTFO制度（バイオ燃料導入義務）による間接影響を評価。 • 食料価格への影響は必ずしも大きくないという評価結果。ただし、その他の土地利用変化等の影響を鑑みると、導入義務率を引き下げるべきと提言し、英国政府はこれを受け入れた。

36

バイオ燃料の影響評価・分析と政策へのフィードバック事例－英国

○将来の食料競合等への評価事例

英国の行政機関：再生可能燃料機構(RFA)は、運輸大臣の要請により、議長Ed Gallagher氏 を中心とした有識者による<u>バイオ燃料導入の間接的影響評価を行い</u>、報告書”The Gallagher Review”を2008年7月に公表した。本報告書では、バイオ燃料の生産に伴う、間接的土地利用変化による生物多様性・温室効果ガス固定・地域における土地権利への影響に加え、食料価格高騰や貧困層の食料安全保障への影響を分析している。

○本報告書では、既存研究事例等をもとにバイオ燃料の生産に伴う影響評価を行い、英国のバイオ燃料政策に対する提言を行った。それを受けた政府はバイオ燃料導入目標引き下げを実施。

- 直接土地利用変化とGHG削減効果
- 間接土地利用変化、それによる生物多様性・GHG排出・農業生産・森林面積等への影響
- 食料価格高騰や貧困層の食料安全保障への影響　など

→我が国でも、このような政策影響評価・フィードバックの仕組みの確立が必要である。一方で、食料競合の要因は直接的要因、間接的要因様々である。このため、国は、必要に応じて、有識者等を含む専門家も交えて要因毎に対応状況を分析・評価したうえで対応策を講じることが必要ではないか。

提言	内容	政府の反応
導入目標の引き下げ	現在のRTFOの2008年の目標は維持されるべきだが、RTFOの導入義務は年0.5%の増加率に下げ、最大でも2013/14に5%と変更されるべき。	提言を受け、バイオ燃料導入目標引き下げが行われた。
事業者が提出する「炭素・持続可能性報告」の強化	「炭素・持続可能性報告（C&Sレポート）」は休閑地や限界耕作地を考慮し、また、企業に対する間接的な土地利用変化を引き起こしていないことが証明されている原料の利用比率目標を設定するよう、改定すべき。また、その目標はできる限り早く義務化されるべき。	報告の強化は行われなかったが、引き続き英国はEU指令の枠組で、間接土地利用変化への言及についての検討を行っている。

37

我が国における食料競合回避の考え方 （総括）

基本的な方向

- **食料等の競合問題は国際的な食料価格の高騰に加え、生産地域における局所的な問題、バイオ燃料とは離れた投資要因まで多岐にわたる。また、バイオ燃料の原料生産においては、食料としての生産の継続性も考えなければいけない。**
- **食料競合問題の要因が過去の事例をみても特定困難であること、分析モデルが確立していないこと、要因毎に国レベルでの対処策を講じなくてはいけないこと、事業者だけの判断で食料競合問題を追求することは困難であることから、以下の点について国が適切に調査、評価、管理を行い対処を行うことが重要。**
  - ①国内及び発展途上国等における消費者が購入できる食料の価格及び量
  - ②国内における飼料・肥料の価格及び量
  - ③バイオ燃料の原料生産地域における局所的な住民の食料・飼料等の価格及び量

国と事業者の役割

[国の役割]

- バイオ燃料の導入拡大が食料価格及び供給量へどのような影響をあたえるかについて、定期的に評価を行い、その結果に応じた適切な対処を行う。
  - ➢ このために、食料競合の要因の分析だけではなく、食料競合を事前に回避することにも用いられる分析手法・分析モデルを今後確立していくことも必要である。
  - ➢ エネルギー政策の観点、農業政策の観点、環境対策の観点などについて多様な学識経験者からの評価を踏まえつつ関係省庁間で協議・調整を行う。
  - ➢ 諸外国、国際機関による議論の動向も注視する。
- 中長期的には、食料と直接競合しないセルロース系を原料とする第二世代バイオ燃料の技術開発及び導入を推進する。

[事業者の役割]

- 燃料供給事業者は、国が上記の評価を行う際に必要な情報（我が国に導入されたバイオ燃料の原料、産地等の情報等）の提供に協力する。

38

生物多様性等

39

生物多様性問題に係る検討事項

背景

バイオ燃料の生産が生物多様性に与える影響は、主に2008年前後より、当時パームオイルの生　産を拡大させていたマレーシアなどの東南アジア諸国において、環境NGOや報道機関により指摘され、国際的な注目を集めるに至った。

ここでは、バイオ燃料生産が生物多様性や社会影響に与える影響に関して配慮すべき事項についての検討を行った。なお、社会影響の側面については、海外諸国の先行事例等に鑑み、労働問題、土地利用に係る権利に焦点を当てた。

主な検討課題

- バイオ燃料の生産が原料産地の環境・社会に与えるとされる影響は多岐に渡り、基準策定に際しては、我が国が採用すべき基準の選定を行う必要があると考えられるが、どのような基準を採用すべきか。
- 既存の農業等に適用される基準をバイオ燃料にも適用するというメタスタンダード・アプローチのもと、既存の法規制や国際基準等を採用する際に判断基準となる原則は、どのように策定すべきか。
- ある法規制や国際基準等を採用した場合、生産国であるブラジルやタイにおいて、どの程度運用可能であるか。
- 労働、土地所有等について、メタスタンダード・アプローチのもと、既存の法規制や国際基準等を採用する際に判断基準となる原則は、どのように策定すべきか。また、原則に照合した場合、労働、土地所有等に関する既存の法規制や国際基準等のうち、どれを採用するのが適当か。

40

海外諸国における生物多様性の保全、社会的影響に対する扱い

【生物多様性※等に対する影響を検討する背景】

- バイオ燃料の生産や製造が地域の環境（生物多様性等）・社会（労働問題、土地所有問題等）に与える影響は、持続可能性の一要素としてEU指令、英国RTFO等の先行事例において言及されている。基本的には国が監視する事項とされている。生物多様性の高い土地での生産禁止も検討されているものの運用可能であるかの課題も存在。

※生物多様性とは、生態系、種および遺伝子のレベルにおいて、多様な生物がお互いにつながりを持ち、存在している状態を指す。生物多様性は、人類を含む全ての生命の存在基盤となっているのと同時に、私達に豊かな生活や多様な文化をもたらしている。近年、地球上の種の絶滅スピードは顕著に加速しており、生物多様性の保全の必要性が世界的に認識されている。

例）EU指令　・「生物多様性の高い草地」におけるバイオ燃料生産を禁止
　　・欧州委員会の「報告」項目の中に、「土地利用」と「労働」が掲げられている。

【運用状況（運用に係る課題）】

（EU）

- 生物多様性に関しては、①法規制等により保護地域として指定された地域、②一定の条件を満たす原生林・未開発林、生物多様性の高い草地でのバイオ燃料原料の禁止が規定されている。しかし、WTO自由貿易ルールへの抵触の懸念、「生物多様性の高い草地」等の定義が定められていない等の理由があるため、実務的な運用可能性は低い。
- 社会的影響として、土地利用と労働を掲げているが、事業者への義務規定はない。

（英国）

- 国全体の目標として、環境基準に適合する原料の比率を2008年度に30%～2010年度に80%とすることが掲げられている。しかし、生物多様性を含む、環境基準を充たすことは、現時点では事業者にとっての義務ではないため、2008年度の実績は24%に留まっている。
- 社会的影響として、土地利用と労働を掲げているが、国として目標を定めておらず、事業者への義務規定もない。

41

（参考）EUにおける生物多様性等に関する基準

- 欧州では、2008年12月に採択された再生可能エネルギー導入促進指令（EU指令）において、バイオ燃料導入目標とバイオ燃料の持続可能性基準を定めている。基準のうち、生物多様性に関する基準のみ義務となっている。（環境・社会基準は義務ではない）例）EU指令「生物多様性の高い草地」におけるバイオ燃料生産を禁止
- 本基準の策定に際しては、①WTO自由貿易ルールへの抵触の懸念、②「生物多様性の高い草地」などの定義が定められていないことに伴う基準の不透明さが指摘されている。

表　欧州指令における生物多様性に関する基準

対象	基準種類	内容
事業者	義務基準	・本指令において用いるバイオ燃料は、その原料が生物多様性の高い土地で、生産されてはならない。事業者は、この条件を満たしていることを、立証しなければならない。生物多様性の高い土地とは、2008年1月以降に下記の条件を一つでも充たすもの。 (a)人的活動がなく自然生態系への人為的影響が無い原生林・未開発森林 (b)(i) 法規制により保護地域に指定された地域 (ii) 国際協定により承認、もしくは国際自然保護連合（IUCN）等の国際機関によりリストアップされた稀少な、脅かされた、或いは絶滅の恐れのある生態系ないし種の保護のための地域 ※原料調達が自然保護目的に抵触しない場合、(b)地域での生産は認められる。 (c)(i) 生物多様性の高い自然草地 (ii) 生物多様性の高い非自然草地（non natural grassland）多様な生物種が生息し、人為的介入がなければ草地が消滅する土地を指す。但し、原料調達が草地の維持に不可欠と立証された場合、同土地での生産は認められる。 ※(c)に該当する草地の決定について、欧州委員会は詳細を決定予定。
	検証	・事業者は、生物多様性に関する持続可能性基準を充たしていることを立証し、検証を受けなければならない。
欧州委員会	報告	・欧州委員会は、生物多様性に関する条約（カルタヘナ議定書、ワシントン条約）について、生産国が当該条約に批准、施行しているかに関して、2 年毎に欧州議会と理事会に報告する。最初の報告は、2012年までに行う。
		・欧州委員会は、加盟国政府ならびに欧州で消費されるバイオ燃料原料の重要な産出国となっている第三国において、本指令に定める生物多様性の持続可能性基準を達成するためにどのような国内施策が採られているかについて、2年毎に欧州委員会と理事会に対して報告する。最初の報告は、2012年までに行う。
	協定締結	・欧州委員会は、生物多様性に関する持続可能性基準の遵守についての二国間・多国間協定の締結に努める。協定が締結された場合、協定の締結をもって基準遵守とみなすことができる。
	自主的基準	・欧州委員会は、自主的な国家/国際的基準を指定し、この基準の認証取得をして、生物多様性に関する持続可能性基準の遵守とみなすことができる。これらの基準は信頼性、透明性、独立した監査について一定の基準を充たしていなければならない。

42

（参考）英国における生物多様性等に関する基準

- 英国RTFOでは、環境・社会影響の基準としてメタスタンダード・アプローチ※を採用している。
- 生物多様性については、下表のメタ原則が定められている。また、メタスタンダード・アプローチにより使用が可能な既存の認証基準として、8つの制度（持続可能なパーム油のための円卓会議、森林管理協議会等）が認められている。
- 生物多様性を含む、環境基準を充たすことは、現時点では事業者にとっての義務ではない。国全体の目標として、環境基準に適合する原料の比率を2008年度に30%～2010年度 に80%とすることが掲げられている（社会基準に関しては目標なし）。しかし、2008年度の実績は24%に留まっている。
  →この理由は、メタ原則に即して認定される既存の環境基準が少ないためである。例えばブラジルからのバイオエタノールについては、適用できる基準がない。ブラジル国内で策定が検討されている持続可能性基準も運用には至っていない。
  ※メタスタンダード・アプローチとは、RTFOにおける原則（メタ原則）の遵守を、既存の持続可能性認証基準における認証の取得に代えることができるとする方法である。

表　英国RTFOにおける生物多様性のメタ原則

クライテリア	指標
生産地とその周辺地域における、バイオマス生産に係る国内法・規則を遵守していること	・下記に関する国内・地方法遵守の証明 ○環境影響評価(EIA)　○土地所有と土地利用権　○森林と植林管理 ○保護地区　○自然と野生動物保護　○土地利用計画 ・事業者は、下記を証明する必要がある。 ○関連する国内・地方法を理解していること　○遵守していること ○法律改正を理解していること
2005年11月30日以降に生物多様性の高い土地を転換していないこと	・公示された土地(gazetted aras)で生産を行っていないことの証明 ・保護価値の高い地域で生産を行っていないことの証明 ・その他、いかなる生物多様性の高い土地で生産を行っていないことの証明
貴重で生存が脅かされる、もしくは絶滅の危機にある種と、保存価値の高い生物が、生産地に存在、もしくは生産により影響を受ける可能性がある場合、それらの種や生物が特定され、管理計画や操業において保全が考慮されていること	・生産地とその周辺の、貴重で生存が脅かされる、もしくは絶滅の危機にある種（定住、渡りなど全てを含む）と保存価値の高い生物の状態について記録すること ・上記の種や生物への損害あるいは妨害を避けるための管理計画を記録し実施すること

使用が認められている認証制度
Linking Environment and Farming Marque (LEAF)
持続可能なパーム油のための円卓会議(RSPO)
Sustainable Agriculture Network/Rainforest Alliance (SAN/RA)
Basel criteria for soy (Basel)
森林管理協議会(FSC)
Assured Combinable Crops Scheme (ACCS)
Genesis Quality Assurance(Genesis QA)
Round Table on Responsible Soy (RTRS)

43

海外事例からの示唆と我が国における考え方

海外事例からの示唆

- EU指令や英国RTFOでは、生産国の国内法で規定されていない項目についても、それぞれの枠組において規定している。
  例）EU指令 「生物多様性の高い」草地でのバイオ燃料原料を生産していないこと
  英国RTFO「生物多様性の高い」土地を転換していないこと
  ※「生物多様性の高い」土地とは、国際条約あるいは生産国の国内法により指定された区域を除いては、どこの地域が該当するのか、一概に定義されるものではない。

- 他方、欧州の制度では、運用に際していくつかの問題が指摘されている。
  - 規定内容の詳細が未定であり、実務的な運用可能性が低い。
  - 国際自由貿易のルールに抵触する恐れがある。（生産国の反発）
  - 英国RTFOでは、既存の持続可能性認証基準（FSCなど）の取得を、同制度における遵守手段として認める仕組みを採用しているが、既存の基準が数少なく浸透していないため、遵守率が低くなるという結果を招いている。

⇩

我が国における考え方

- 日本の法体系上、生産国の環境・社会影響を鑑みて、その国の国内法以上の基準を要求することは、一般的ではない。
- むしろ将来的に、下記のような国際協力・二国間協力等の枠組を通じて、持続可能なバイオ燃料生産を支援することが重要ではないか。
  - 国際的な持続可能性認証基準策定に積極的に参画する。
  - 生産国における認証基準の普及や法ガバナンス強化のためにキャパシティ・ビルディング等の支援を行う。

44

我が国における生物多様性等の問題回避の考え方

（1）基本的な方向

・国際的に確立した基準がない中では、生産国の既存制度を前提とすることを基本方針とした。

（2）国と事業者の役割

［国の役割］

- バイオ燃料導入の促進にあたって、国はバイオ燃料の生産が生産地の環境・社会に与える影響に配慮し、これらの影響に対する研究機関等の調査結果や国際的な世論の動向についてモニタリングをする。
- 重大な問題が生じた場合には、国は関係省庁と連携し、総合的に分析・評価を行い、必要な措置を講じる。
- （将来的な取組として）バイオ燃料の供給量確保にあたっては、将来的に国が国際協力・二国間協力等を通じて、生産国における認証制度の普及や法ガバナンス強化、キャパシティ・ビルディング等を支援し、相互に利益ある関係構築に努めるという可能性もあり得る。

［事業者の役割］

- 事業者は生産国の国内法を遵守して原料の生産、燃料の製造を行っている事業者から調達を行う。具体的には、「調達先が生産国の国内法に違反しているか否か」を、通常知りえる範囲の情報の確認（契約段階での調達先への確認および報道等の一般情報による確認等）をせずに購入することがないよう契約を締結する。
- 環境影響・社会影響の全てを包括する場合、カバーすべき国内法は広範囲となるため、我が国としては遵守すべき生産国の個別の国内法は特定しない。但し、最低限、下記に関する国内法規制を遵守すべきものと考える。
  ▼保護区の指定等、生物多様性保護に関する法規制　▼大気、水、土壌等、環境保全に関する法規制
  ▼労働に関する法規制　▼土地利用に関する法規制
- スポット契約等で調達しており、原料のトレーサビリティの確保が難しい場合、事業者はその旨を報告する。

【将来的な取扱】

- 生産国にてバイオ燃料に関する認証制度が普及する、又はバイオ燃料に関する国際的な認証基準が確立した場合には、認証取得した燃料の調達を奨励する。
- スポット市場においてトレーサビリティが確立された場合には、スポット契約により調達する燃料に関しても、環境・社会影響への配慮を求める。

45

（参考）生物多様性に関わるブラジルの国内関連法規

- 一例として、ブラジルにおける主たる国内法規制は、下記のようものがある。この他、各州レベルにおける法規制がある。

項目	法規制	内容
保護区の指定	Federal Law 4.771/65	永久保護地区(Permanent Preservation Area)および法的保護区域(Legal Reserve Area)を制定する。PPAは、公共の用途として連邦政府に認められた場合を除き、使用されてはならない。
森林の使用	Federal Law 4.771/65	PPA以外の土地（森林、二次群系、その他の植生）で、森林を原料として利用する場合には、連邦もしくは州の環境省より許可を得なければならない。森林を原料として大規模に利用する企業は、私有林を供給先としなければならない。
	Normative Instruction IBAMA112/2006	原生の森林生産物/副生産物の輸送および保存に際し、Forestal Origin Document(DOF)の取得を義務付ける。森林生産物/副産物を購入する事業者は、供給元より有効なDOFを取得しなければならない。
保護種	Federal Law 9985/2000他	自然保全ユニットに関する国家システム(the National System of Nature Conservation Units)を設立する。
遺伝子組み換え作物	CONAMA Resolution305/2002	遺伝子組み換え作物（GMO）とその派生作物の利用および開発に関して環境影響評価を行わなければならない。
	IBAMANormInstruction24/2002	GMOの利用を一時的に登録するための、主要な環境影響調査方法を指定。
先住民の権利	Federal Law 6.001/73他	先住民の法規制
	State Decree1.141/94他	先住民コミュニティのために環境保護、健康保護および支援を定める法律
操業許可（環境影響評価）	Federal Law 6.938/81	汚染あるいは環境影響をもたらすと想定される対象事業（有害物質の製造/輸送/取引、鉱物の生産、ガソリンスタンド等）に係る建設、導入、拡大等に際し、環境許可の取得を義務付け。原則として州の許可が必要。
大気汚染	CONAMA Resolution05/89他	排出基準として定める。州が排出基準のモニタリングおよび地域のゾーニングを行う。
	IBAMA Ordinance 94-N/98	農林業の野焼きに関する規制。IBAMAによる許認可制とする。
水資源	Federal Law 9.433/97他	水使用許可等について策定。National Water Agencyが管轄機関。
土壌、地下水水質	ブラジル憲法	水資源を分類し、それぞれの水質基準を策定。土壌と地下水水質の関する法規制は存在しない。問題が生じた場合には、ブラジル憲法の「国民の安全な環境を教授し、汚染により引き起こされる災害から保護される権利」に則り訴え可能。
騒音	State Decree 1.141/94他	産業施設からの騒音上限を設定。
廃棄物	Ordinance MINTER 53/79他	有害・産業廃棄物を含む廃棄物の処分、最終処理方法について規定。州の許可を伴わない廃棄物の野焼きの禁止。
有害物質	Federal Decree3665/2000他	アスベストを含む有害物質の取り扱いについて規定。
労働者の安全就業環境	Federal Law 6514/77他	労働省令として、労働者の安全についての規定全般を設ける。特に危険な可能性のある労働環境（建築現場、工場、輸送等）については、別途規定を設ける。
社会保障	Federal Decree 3.048/99	社会保障に関する規定を定める。人権に関する国家プログラムの策定。人種や肌の色による差別の禁止。
搾取の禁止	Federal Law3.365/41他	農業労働従事者に関する規定
児童労働	ONU Convention 1989 他	子供の権利条約に関する規定。
障害	Federal Law 10.048/00 他	特別なニーズを有する労働者への配慮を規定。障害をもつ労働者の団結権、交渉権を司法上保障。

46

供給安定性・経済性

47

供給安定性に係る検討事項

背景

我が国におけるエネルギーの供給のうち、化石燃料がその8割以上を占めており、そのほとんどを海外に依存している。エネルギー源の多様化に寄与するという観点からもバイオマスを原料とするバイオ燃料は、有効な手段の一つであり、日本でのバイオ燃料を考える上で、供給安定は重要な視点となる。

また、バイオ燃料を導入する主要国の大半が国産を主体としているのに対し、日本は国産バイオ燃料の供給力に乏しい現状にある。

このような日本の特殊性を踏まえ、バイオ燃料の供給安定性を確保する方策、経済性を確立させる方策にも焦点を当てた。また、GHG削減水準、食料競合、生物多様性等により構成される持続可能性基準に適合する供給可能量、供給力向上のための課題について検討した。

主な検討課題

GHG削減水準、食料競合回避等に適合するバイオ燃料供給量

- ➢ ブラジル産バイオエタノール
- ➢ 国産、準国産バイオエタノール

- バイオ燃料の経済性（政策支援の必要性）
- 供給安定性確保のための課題
  - ➢ 国内における取組み
  - ➢ 海外における取組み

バイオ燃料の供給安定性を検討する際の視点

①GHG削減効果
②食料競合、生物多様性等
③エネルギー源多様化
④経済性
⑤我が国の地球温暖化対策との関係性

48

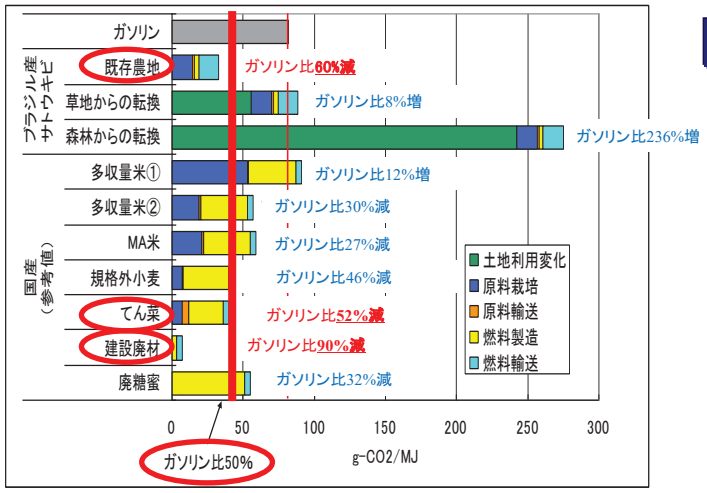
GHG削減効果、食料競合等の視点から吟味

GHG削減効果の視点

現時点では、GHG削減率が50%に達するものには限りがある。

GHG削減率50%を達成可能なものは、ブラジル産（既存農地で生産される原料を利用する場合）等、極わずか。

各バイオ燃料のデフォルト値（ブラジル産）および参考値（国産）
（日本における現時点での試算）



食料との競合問題

穀物系バイオ燃料の原料生産に伴う食料生産への影響（農地の競合の問題）を踏まえつつ、供給可能量を考えていくことが重要である。

例えば、他作物農地からの転換による新規農地の利用については、食料競合の恐れが懸念される。

生物多様性の視点

生物多様性への取組状況等を踏まえつつ、供給可能量を考えていくことが重要である。

＜ブラジルでの取組事例＞

環境保全への対応の強化を図るため、ブラジルは、サトウキビに関する国家アグロエコロジー・ゾーニング（National Agro-Ecological Zoning for Sugarcane, ZAE Cana）制度を創設し、生態系の保全への対応の強化を図りつつある。

49

日本における調達国・原料の分散化

【基本的考え方】

供給安定性上のリスクを最小限にするためには、特定の国や原料に偏るべきではなく、国や原料のバランスを取りながら導入を図ることが重要。

【今後の方向性】

特定の国だけに依存することはエネルギー源多様化の観点から問題であり、我が国におけるバイオエタノールの自給率を他国同様に高める必要がある。

【目指すべき姿】

エネルギー源の多様化の観点から、5割程度の自給率を確保することを目指すのが一つの方向ではないか。

この場合の自給率は、国産と準国産（開発輸入）を併せて考えるべき。

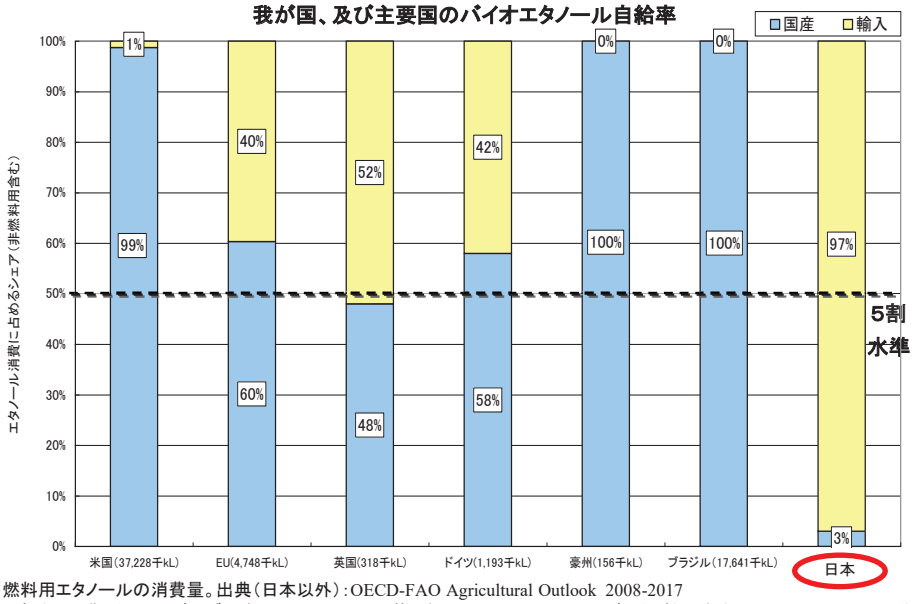
【諸外国の現状】

- 欧米、ブラジルを中心に、バイオ燃料が導入されている。これらの国々では、その供給の太宗は国産となっている。
- 最も国産の比率が低い英国でも、5割程度は国産による供給となっている。

【日本の現状】

- 日本のバイオエタノール自給率は3%。

我が国、及び主要国のバイオエタノール自給率



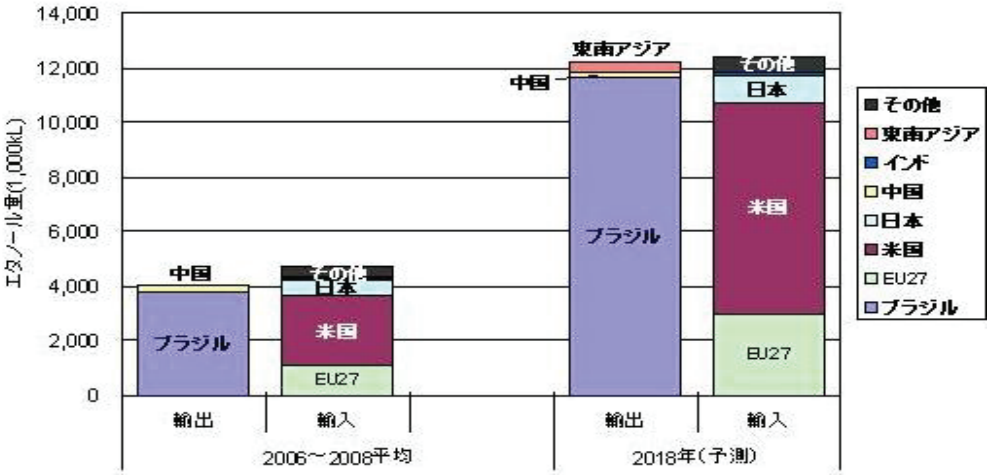
・（ ）内の数値は、2008年(日本のみ2007年）燃料用エタノールの消費量。出典（日本以外）：OECD-FAO Agricultural Outlook 2008-2017
・国産／輸入の比率は、全エタノールにおける割合。出典：米、EU、豪、ブラジルはOECD-FAO、英、ドイツはOECD-FAOにてデータが得られないため、F.O.Lichtより作成。
・日本のデータは全て、資源エネルギー庁調べ。

50

世界のエタノールの供給構造

- 世界のエタノールの輸出市場においては、ブラジルがそのほとんどを占めているのが現状である。
- OECD-FAOの予測によれば、2018年には、ブラジルの輸出量は現状の4百万klから12百万kl程度に増加するとされているものの、米国等による輸入量も大幅に増加するとされており、我が国の調達可能量には限界がある。
- また、ブラジル政府は国家アグロエコロジー・ゾーニング（ZAE）を創設し、生態系の保全にも配慮した上でバイオ燃料を生産可能な土地として約63百万ha（現状の7.8倍に相当）を確保可能であるとしているものの、新規開墾であるため土地利用変化によるCO2削減効果について分析が必要である。

世界の需給（現状と予測）



燃料用以外エタノールを含む。出典：OECD-FAO “Agricultural Outlook 2009-2018”

51

（参考）ブラジルのエタノール生産の動向＜国家アグロエコロジー・ゾーニング（ZAE）の概要 ＞

○ブラジルにおけるサトウキビ作付可能面積

- 環境保全への対応の強化を図るため、ブラジルは、サトウキビに関する国家アグロエコロジー・ゾーニング（National Agro-Ecological Zoning for Sugarcane, ZAE Cana）制度を発表（行政指令6921号、2009年9月17日付）した。同指令は、サトウキビの新規作付に適する土地を示したもので、発表日より発効している。生態系の保全への対応の強化、国際的な批判をかわす狙いがあるものと考えられる。
- ZAEで作付可能と見込まれる面積は、約63百万haであり、現在のサトウキビの面積（2008年の収穫面積：814万ha）の約7.8倍に相当し、生産量は確保できる可能性があるものの、土地利用変化を考慮した場合、CO2排出削減効果は悪化する部分が相当程度存在すると見込まれる。

第１段階：排除すべき土地の特定

サトウキビ生産を行うべきではない土地として、傾斜が12%以上の土地（機械化が困難であるため）、アマゾンバイオーム/パンタナルバイオーム/Alto Paraguai流域、環境保護地域、マングローブ、植林地域などの土地が特定され、検討の対象から除かれた。

第2段階：最適地の特定

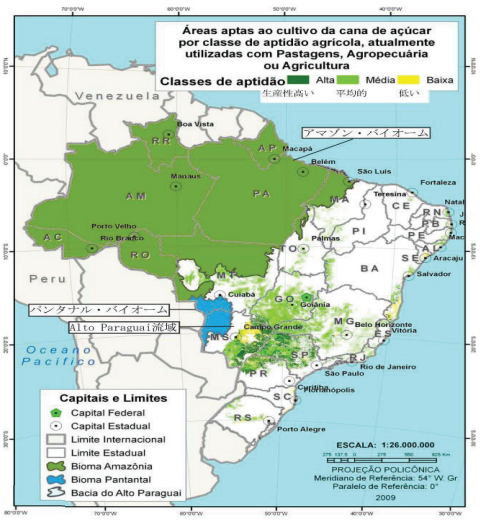
第１段階から残った土地について、気候、土壌、土地利用の3つの基準を用いて、最適地であるか否かの検証が行われた。

指標①　気候（4つの条件を軸に、5段階に区分し評価）

指標②　土壌（6つの軸より評価し、好ましい、普通、かろうじて適正、不適正に分類）

指標③　土地利用（「現在、牧草地として利用されている土地」「現在、農牧地として利用されている土地」「現在、農地として利用されている土地」に区分）

Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar
Áreas aptas por classes de aptidão no Brasil



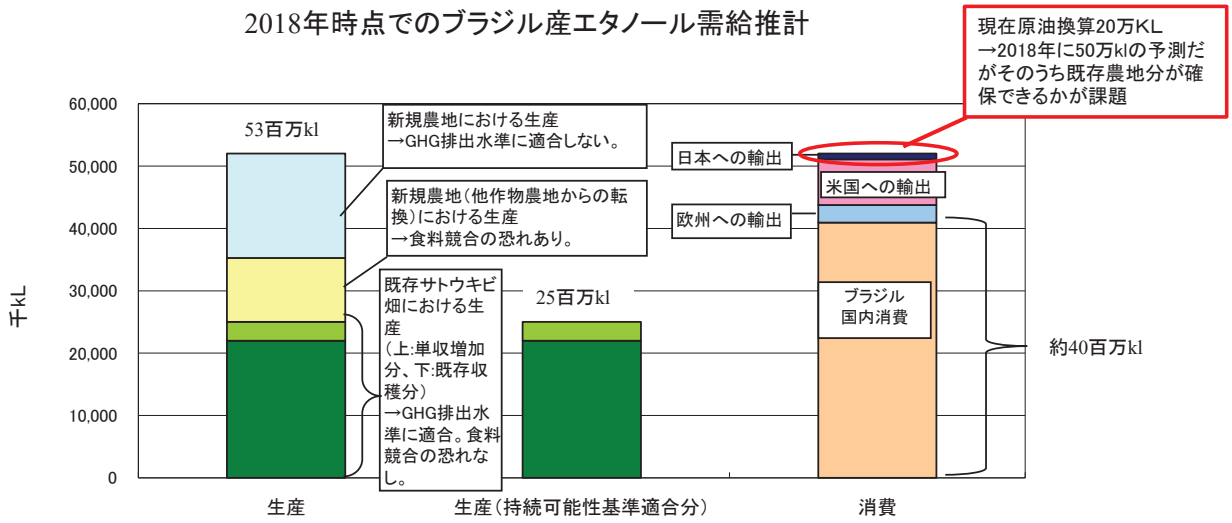
表出典：行政指令6921号（2009年9月17日付）を基に作成。
地図出典：ブラジル農務省（2009）Documentos110, Zoeamento Agroecologico da Cana de Acucar

52

ブラジル産エタノールの供給可能性

- OECD-FAOの予測によれば、2018年のブラジルにおけるバイオエタノールの生産量（国内＋輸出）は約53百万klになるとされている。他方、LCAでのCO2削減効果が50%以上であること、食料競合を引き起こさない等の持続可能性基準を満たす量を試算すると、約25百万klとなる。
- ブラジルの国内消費量は、2018年に約40百万klとなり、持続可能性基準を満たす量を大幅に上回る。そのため、我が国が持続可能性基準を満たすものをどの程度調達可能かについては慎重な検討が必要である。

2018年時点でのブラジル産エタノール需給推計

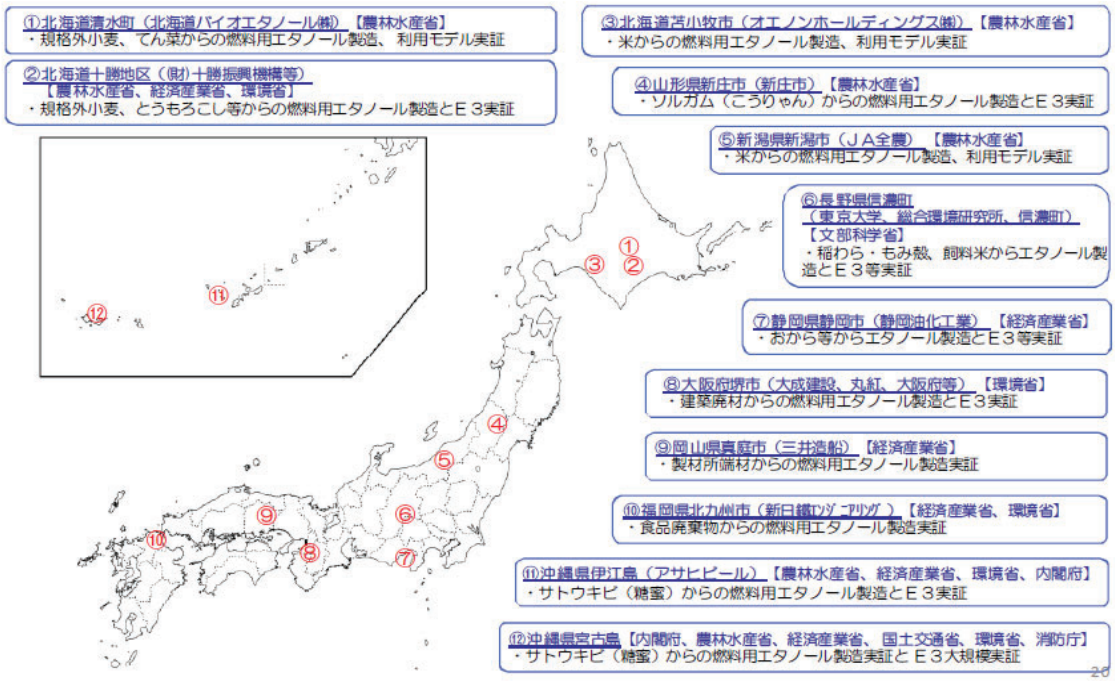


①ブラジルの生産、消費（輸出を含む）　総量については、FAO　Agriculture Outlook2009-2018を参照。
②単収増については年率1.3%の向上を想定。
③残りの供給増は新規農地開発でまかなうと想定。
④新規農地開発の牧草地と農地の比率については、牧草地：62%、農地：38%とした。
⑤輸出の日米比率については、FAO　Agriculture Outlook 2009-2018の予測値より推計。

53

国産バイオエタノールの生産量

○現在、我が国では全国各地でバイオエタノール実証事業が実施されている。
これらのうち、比較的製造規模が大きい事業は、北海道バイオエタノールの1.5万kL/年、オエノンホールディングスの1.5万kL/年である。



出典：総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会（第30回）資料より

54

2020年における我が国の国産・準国産のセルロース系エタノール等の生産可能量（試算）

バイオマス賦存量

- ○ セルロース系原料については、食料との競合はないものの、飼料や工業原料等としての利用が進められている。
- ○ したがって、バイオ燃料の原料への仕向け可能量については、原料の生産量に加え、他用途への仕向け量を考慮することが必要。
- ○ 「バイオ燃料技術革新計画」におけるバイオマス・ニッポンケースでは、技術的な課題を解決しつつ、半径30km圏内からバイオマスを収集し、年産約1．5万klの設備を整備することにより100円/lを実現するシナリオを検討。
- ○ 当該シナリオを前提に考えると、17t/km²の密度でバイオマスが賦存していることが必要。
- ○ 以上を踏まえ、セルロース系バイオエタノール61万kl、糖・でんぷん系エタノール5万kl、バイオディーゼル6万klにより、**国産バイオ燃料の生産量は72万kl（原油換算約40万kl）と試算される。**

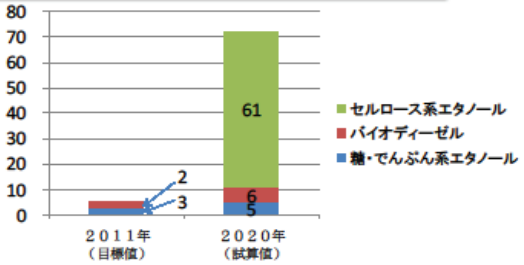
	2020年頃の発生量（A）	現行の既存用途の活用量（B）	A-B	活用可能量（試算値）
草本系	1，006万t	221万t（飼料、敷料、たい肥）	785万t	364万t
木質系	1，008万t	746万t（製紙原料等）	262万t	247万t

2020年のセルロース系バイオエタノールの生産見込量
61万kl

・技術展望、バイオマスの賦存量から2020年におけるセルロース系バイオ燃料の生産見込量を試算。
・工程表、技術革新計画を踏まえ、経済性が確保できる生産コストの実現を前提に試算。
・具体的には、セルロース系バイオエタノールの低コスト製造技術体系の確立が見込まれる2015年から、本格的な生産が開始するものとして試算。

・糖・でんぷん質を原料とするバイオエタノールについては、工程表においては2030年度の生産見込量は5万klと見込んでおり、2020年においても同程度の生産量が見込まれる。
・バイオディーゼル燃料については、製造技術的には概ね確立されており、徐々に生産が拡大している状況。2011年度の目標量は2万kl程度と見込まれており、工程表で見込んでいる数値の中間値（15万kl）まで直線的に増加するものとして試算。

2020年の国産液体バイオ燃料の生産見込量は72万kl
（うちセルロース系バイオエタノール61万kl）



出典：総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会（第30回）資料より

55

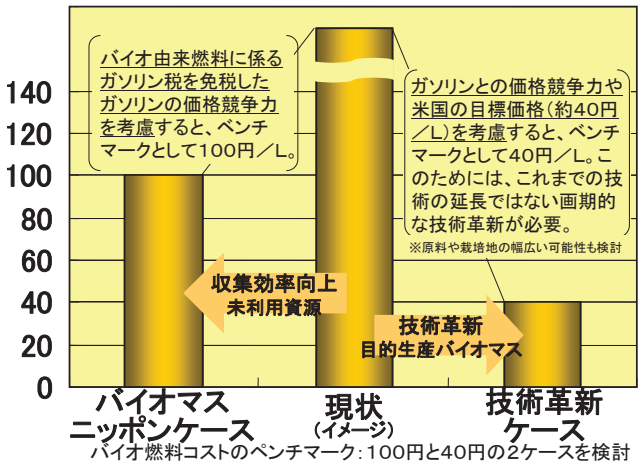
（参考）バイオ燃料技術革新計画

○①供給安定性・経済性、②食料との競合、③持続可能な生産・利用といった中長期的課題を克服するために、産学官の「バイオ燃料技術革新協議会」を農水省と連携して設立し、セルロース系（草・木）の次世代のエタノール生産の具体的な目標、技術開発、ロードマップ等を内容とする「バイオ燃料技術革新計画」を平成20年3月に策定。
○「バイオ燃料技術革新計画」は、①国内の現存する農林業から発生するものを主体とした原料（稲わらや林地残材の残渣等）による「バイオマス・ニッポンケース」（主に農水省が主導）と、②エネルギー政策の観点からガソリン価格との競争力や米国等の開発計画を勘案し、多量に生産が可能な国内外の資源作物を利用し、抜本的な技術革新を目指していく「技術革新ケース」（主に当省が主導）の双方を内容としている。

バイオ燃料技術革新協議会	委員長　：鮫島　正浩 東京大学大学院農学生命科学研究科教授 副委員長：松村　幾敏 新日本石油㈱　常務取締役執行役員
バイオマス原料WG	リーダー：片山　秀策 (独)農業・食品産業技術総合研究機構 バイオマス研究センター長
エタノール製造技術WG	リーダー：鮫島　正浩 東京大学大学院農学生命科学研究科教授
システム・LCAWG	リーダー：坂西　欣也 (独)産業技術総合研究 バイオマス研究センター長
バイオリファイナリー連携WG	リーダー：岩本　正和 東京工業大学　資源化学研究所副所長 教授

オブザーバー参加：内閣府、環境省、新エネルギー・産業技術総合開発機構
事務局：新エネルギー財団

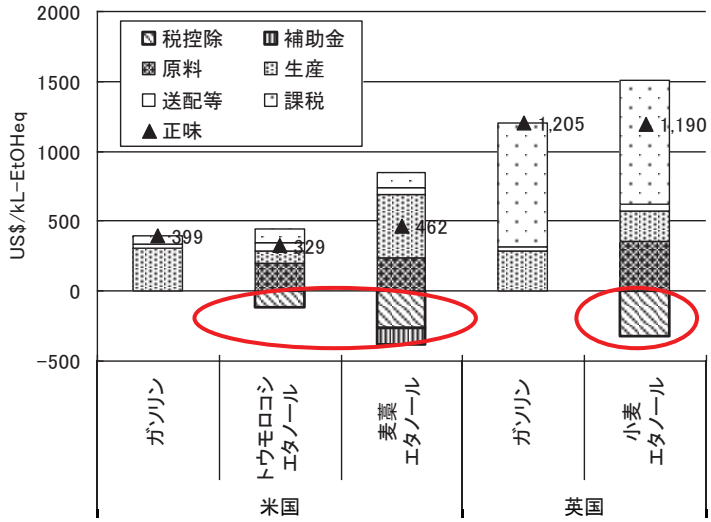
バイオ燃料技術革新協議会の検討体制：経済省と農水省が連携し原料生産からエタノール変換等の検討の対象とした。



バイオ燃料コストのベンチマーク：100円と40円の2ケースを検討

欧米のガソリン価格と各種バイオエタノール価格のコスト比較

- ガソリン価格と比較した場合、バイオエタノールに関しては、ガソリンに比べ割高となっているのが実情。
- 欧米等では、割高なバイオ燃料の栽培・製造コストに対し、税制優遇や補助金等を付与することによって、バイオ燃料価格をガソリン価格と競合しうるレベルに引き下げている。



（税控除と補助金の内容）
○米国のエタノールには物品税0.45$/galの控除、セルロース系エタノールにはこれを含め1.01$/galの控除。また、セルロース系エタノールには原料半額補助。

○英国のエタノールは0.20£/Lの炭化水素税控除。

*ガソリン価格は、エタノールとの発熱量比21.2:34.6でエタノールに換算している。
* ガソリン価格は、原油価格60$/bbl水準（2006年）。IEA, “Energy Prices and Taxes”, 2006より。
* 米国トウモロコシエタノール、英国(EU)小麦エタノールの生産コストは、OECD “Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels”(2006)による、2004年時点のコスト。
* 米国麦藁エタノールの生産コストは、DOE EERE “Biomass Multi-Year Program Plan”, July 2009による、2008年時点技術のコスト。

今後のバイオ燃料供給確保に向けた課題

国産、準国産エタノールの供給可能性（利点と課題の整理）

- 今後、特定の一国だけに依存することはエネルギー源多様化の観点から問題であり、我が国におけるバイオエタノールの自給率を他国同様に高めていく上で、国産や準国産のエタノールが重要。
- 現状の国産、準国産バイオエタノールについては多くの課題が挙げられる。

区　分	利　　点	課　　題
国産農産物系エタノール	■ エネルギー源の多様化の観点等から重要。 ■ 余剰作物の有効利用。	■ 現時点では、原料生産段階でのGHG排出量が大きいが、荒廃地の有効利用等により、GHG排出量の削減を図ることが必要。 ■ 現時点では、製造設備の規模が小さいためエネルギー効率に課題があるが、今後生産量の拡大を図るなどして、エネルギー効率の改善を図ることが必要。 ■ 現時点では、GHG削減率（50%程度）の基準を満たす段階には至っていないものが多いが、燃料用製造設備の技術的発展により、GHG削減率の向上を図ることが必要。
準国産農産物系エタノール	■ エネルギー源の多様化の観点等から重要。 ■ 継続的な技術開発の推進。	■ 食料競合問題の回避のため、セルロース系エタノールの製造技術の促進が必要。 ■ 原料生産段階でのGHG排出量が大きい可能性があるが、セルロース系エタノールの供給量を一定規模で確保するなど、GHG排出量の低減を図ることが必要。 ■ 供給力のある地域の確保をするため、アジア等の現地政府や供給プレイヤーと連携を図ることも必要。 ■ GHG削減率（50%程度）の基準を満たしていない可能性があるが、継続的な技術開発の推進によりGHG削減率の向上を図ることが必要。
国産・準国産セルロース系エタノール	■ GHG削減率が高く、食料と競合しない。（国産セルロース系エタノールの研究開発目標はGHG削減率50%）	■ セルロース系エタノールの製造技術は現状、研究開発段階。今後、国際的にも優位といわれる日本の技術を引き続き向上していくことが必要。 ■ 技術が確立した場合でも原料の調達やコスト面で課題があるが、現地政府と連携・技術協力を行うなどして、必要な取組を行うことが必要。

58

今後のバイオ燃料導入に向けた課題に対する主な意見

	国内における取組	海外における取組
GHG	●国内プラントは実証段階かつ小規模であり、エネルギー効率に課題があり、製造段階のGHG排出が大きい。 →・プラントのエネルギー効率の向上(設備改良、規模拡大) ●目的生産バイオマスは、原料栽培段階のGHG排出が大きい。 →・多収米の生産性の向上 ・栽培の粗放化等による投入エネルギーの削減（多収量品種の開発、栽培技術の開発など中長期的な取組）	●ブラジルでの既存農地以外での開発（草地開発等）は50%のGHG削減水準を満たさない。但し、土地利用変化による影響評価の精度向上が課題。 ●アジア等における開発輸入の取組を進める際には、LCAで50%のGHG削減水準を満たすように開発を進める（＝セルロース系技術の展開）ことが必要。 →・土地利用/栽培の実態を踏まえた科学的データ蓄積、影響評価精度向上 ・ブラジル国内の認証制度構築の支援・活用等、土地利用変化が行われていないバイオ燃料を区別する仕組みの導入 ・プラントの改良 ・土地利用変化を伴わない原料・国からの調達（第2世代開発輸入を含む）
食料競合・生物多様性等	●食料自給率の向上が政策課題となっている中で、食料や飼料生産との競合を避けること。また、国際情勢を注視した生物多様性への取組が必要。 →・耕作放棄地を活用した米等の原料生産 ・セルロース系技術の早期開発（例 研究開発の加速化と事業化段階での取り組みの支援） ・国産セルロース系の安価な原料供給体制の確立（原料生産/収集対策、生産性高い資源作物開発、栽培技術の確立） ・世界最高レベルの技術力の維持（研究開発の加速化と事業化段階での取り組みの支援）	●既存農地の転用においては、食料生産への影響が懸念される。特に世界の人口増に伴う食料増、新興国での所得増に伴う畜産物需要の増加が見込まれる中で、食料や飼料との競合を避けること。また、新規農地開発においては生物多様性等への影響に配慮する必要がある。 →・荒地等の農業生産に適さない土地での原料栽培（生産性が低く、コスト高となる可能性がある。荒地等で栽培可能な品種開発、栽培技術の確立など中長期的な取組が必要となる。） ・セルロース系バイオ燃料技術の早期開発（開発輸入）
経済性	●生産コストが割高。数十万klのプラントが主流の海外プラントと比較して、国内プラントは～1.5万klと小規模。 →・生産規模及び市場の拡大を図る。また、小規模・高効率・低コストのプラント開発。	●ガソリン価格に比べバイオエタノール価格は割高。 →・生産コストに占める割合の高い原料コストの削減努力。 ・廃棄物系資源（セルロース）を活用する技術が確立すれば、約80円/Lでの製造も可能。（バイオ燃料技術革新計画での目標は40円/L）
政策	●ポスト京都議定書	●欧米、アジア諸国など諸外国でのバイオ燃料の導入政策が強化された場合には、バイオ燃料の市場を奪い合う構造に陥る恐れ。 →・セルロース系の促進、廃棄物系資源の有効利用、供給先確保
エネルギーセキュリティー	●2020年、国産と輸入の割合（50：50）の実現 →・セルロース系及び国産バイオ燃料の促進 ●ブラジル1ヶ国依存の回避 →・セルロース系の促進、アジア等の供給力ある国との連携	●天候等による不作時、自国のバイオ燃料需要や食料用途を優先し、バイオ燃料の輸出量が減少する恐れ。 →・供給元の地域、原料の多様化。特に、開発輸入による調達先拡大が有効。但し、農業分野でのリスクなど様々な事業リスク対応などが必要。 ・セルロース系の促進、廃棄物系資源の有効利用

59

中長期ロードマップに対する意見

2010年6月3日

石　油　連　盟

本日申し上げたいこと　まとめ①

石油連盟

- 地球温暖化対策は、国民生活・産業構造に多大な影響を及ぼす課題である。
- 個別施策の具体的な検討の前に、施策全体がどのように関連し、どのような影響を生じさせるのか、国民が耐えうる負担か、目指す効果に見合った妥当な方策・負担になっているか等、詳細な検討を行った上で、国民の理解と納得を得るプロセスが必要である。
- 特に、地球温暖化対策税・国内排出量取引・再生可能エネ全量買取制度により、国民に三重の負担が生じることが強く懸念される。慎重に検討すべき。

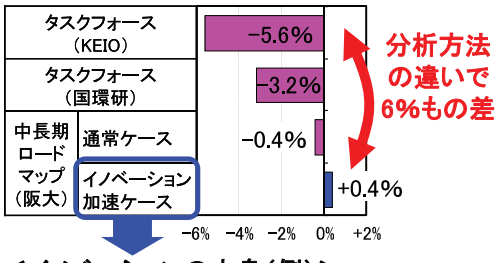
① 無資源国であるわが国にとって、エネルギー安定供給は最重要課題。

② 環境政策は、エネルギー政策、産業政策と密接不可分。エネルギー基本計画や新成長戦略と、十分な整合を図るべき。

③ モデル分析によるマクロ経済への影響の評価は、マイナス面も含め、客観的、多面的に評価すべき。プラス効果をもたらすとする「イノベーション」の中身等について、実現可能性・根拠の検証が必要。

④ わが国全体の影響や効果だけでなく、国民一人一人への影響「国民負担」として、エネルギー価格上昇など、日常生活で実感される影響という形で示されるべき。

2020年25%削減による実質GDPへの影響



＜イノベーションの中身（例）＞

新エネルギーの設置コスト
2020年までに約半減（建設コスト含む）

専門家から
慎重な検討を求める共同声明あり

1

本日申し上げたいこと　まとめ②

石油連盟

1. 石油の重要性

① 石油は今後も、日本の一次エネルギー供給の最大シェアを占める見通し。
② 非化石エネルギー拡大により、不安定性を補う石油の必要性は増す。
　緊急時に対応する「バッファーエネルギー」の役割も更に高まる。

2. バイオ燃料導入拡大の問題

① LCAによるCO2削減効果の高いエタノールの調達先は限られている
② 供給安定性に課題がある
③ 無駄な投資・国民負担が発生する
④ 食料との競合に配慮が必要

3. クリーンディーゼル乗用車の普及（既存技術で削減可能）

普及に必要な環境が既に整備されており、燃料側の追加コスト無しで、既存技術により確実にCO2削減が可能。普及を強く推し進めるべき。

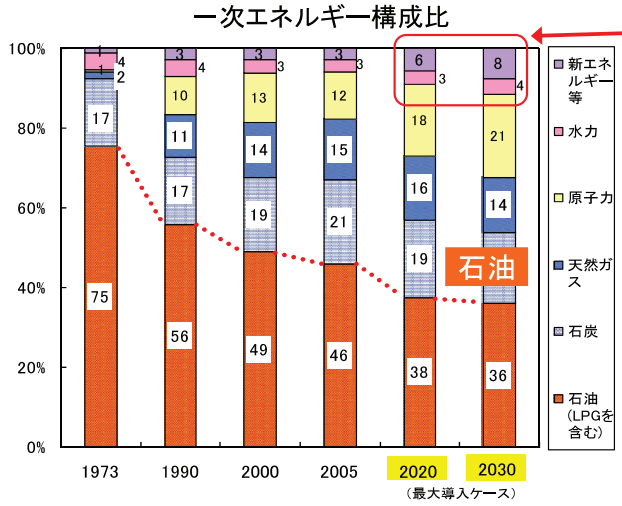
4. 排出量取引制度には、様々な問題がある。

②

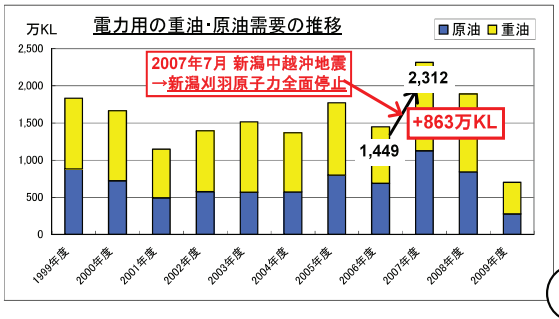
石油の重要性

石油連盟

① 石油は今後も、日本の一次エネルギー供給の最大シェアを占める見通し。
② 非化石エネルギー拡大により、不安定性を補う石油の必要性は増す。
　緊急時に対応する「バッファーエネルギー」の役割も更に高まる。
③ 石油の安定供給には、原油の確保、輸入、精製、物流、販売など、消費者に届くまでの健全なサプライチェーンが不可欠。
⇒ エネルギーセキュリティーの確保は必須。環境対策を進める中で、エネルギーの供給安定性をどのように確保しようと考えているのか、明確に示すべき。



1990年比▲25%削減
⇒非化石エネルギーへ更にシフト
＝新エネルギー・原子力拡大
・太陽光、風力：不安定、低稼働
・バイオ：天候影響、食糧競合
・原子力：停止時のバックアップ大



③

バイオ燃料導入拡大の問題（１）

石油連盟

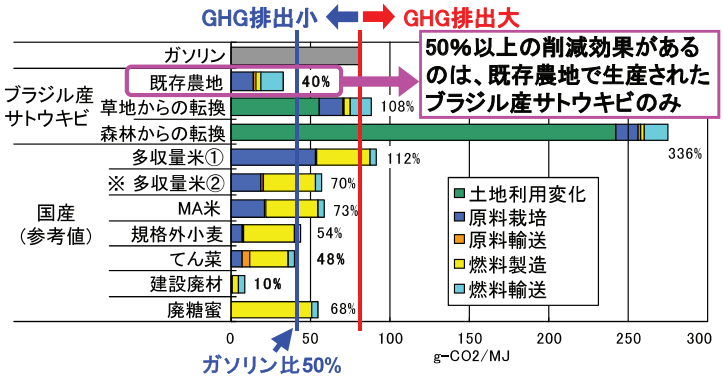
中長期ロードマップ（大臣試案）では、バイオ燃料（持続可能性基準を満たすもののみ）として2020年に石油換算200万klの導入を想定

● LCAによるCO2削減効果の高いエタノールの調達先は限られている

わが国の持続可能性基準として検討中の、LCAによる温室効果ガスの削減効果は50%以上。この基準を満たすバイオエタノールはブラジル産既存農地に限定されている。

※EU等はLCAでの厳密なCO2削減効果の強制へ

バイオエタノールのLCAで見た温室効果ガス削減効果



（出所）バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会

欧米諸国の代表的な持続可能性基準

	EU	英国	米国
LCAのCO2削減義務	2017年以降は**50%削減**（2017年までは35%削減）	2010年以降は**50%削減**	セルロース系（先進型）は**50～60%**削減（トウモロコシ由来エタノールは20%）
生物多様性への影響	生物多様性が高い、消失懸念のある土地でバイオ燃料の原料生産を禁止	生物多様性の高い土地でのバイオ燃料の原料生産を禁止	－

（出所）バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会

4

バイオ燃料導入拡大の問題（２）

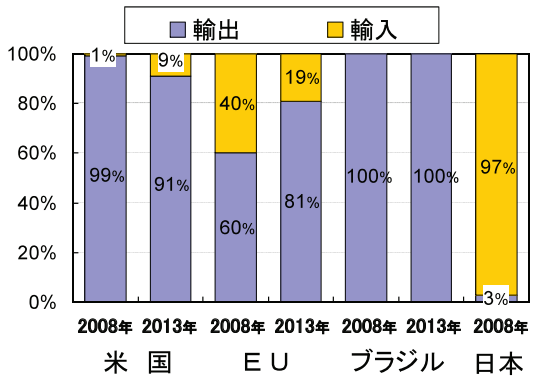
石油連盟

● 供給安定性に課題がある

① バイオ燃料導入に積極的な欧米は、国内農業振興とエネルギーセキュリティ確保のため、自国内の生産消費（国産国消）が原則。

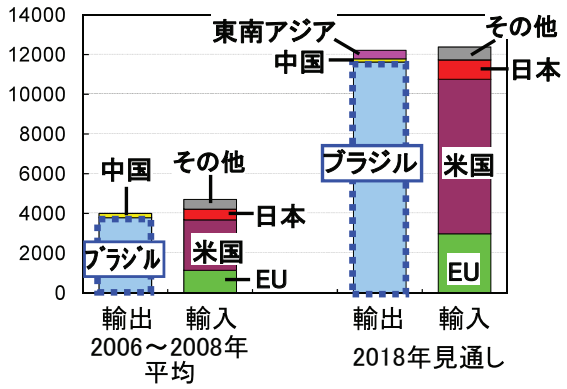
② わが国で2020年に導入量を大幅拡大しようとすれば、バイオエタノールの供給はブラジル一国に限られる可能性が高く、その生産も天候などの影響を受け不安定である。

主要国・地域のバイオエタノールの自給率



（出所）バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会

世界のエタノール需給の現状と見通し



（出典）OECD-FAO Agricultural Outlook 2009-2018

5

バイオ燃料導入拡大の問題（３）

石油連盟

● 無駄な設備投資・国民負担が発生する

① 自動車用燃料として利用（直接混合方式）する場合、製油所・油槽所・SSで、巨額の設備投資が必要。

⇒ CO2 1tあたり 60,000円を超える削減コストに相当

※ 原油換算200万KL ⇒ CO2削減効果▲250万トン （LCA効果50%で試算）

日本の総排出量13億トンの0．2% 運輸部門排出量2．4億トンの1%程度

（そもそも油槽所では、消防法の規制等により用地確保が困難なケースが過半）

② 2020年ではE10対応車の普及は限定的。

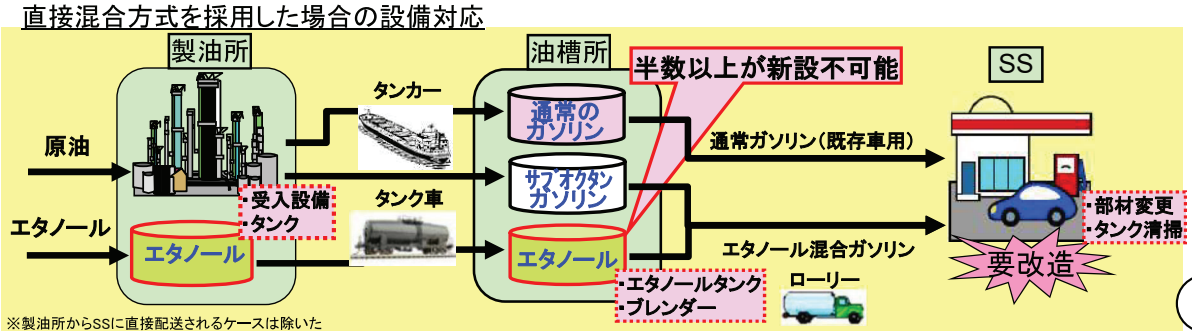
既存車（E10未対応）が圧倒的に多い為、

通常ガソリンとE10ガソリンを、同時並行で供給する必要 ⇒ 導入コストがさらに増加する。

※ ガソリン内需は大幅減が見込まれており、①②とも、将来的に無駄な投資になる可能性が高い。

（②は、E10車が普及すれば不要になる）

直接混合方式を採用した場合の設備対応



6

バイオ燃料導入拡大の問題（４）

石油連盟

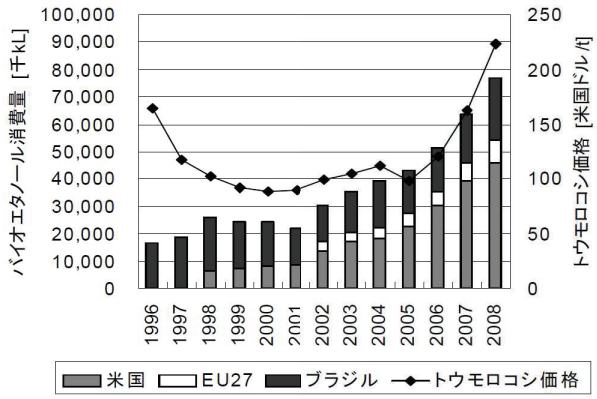
● 食料との競合に配慮が必要

① 2008年の小麦など食料価格高騰の要因のひとつに、バイオ燃料の利用拡大があったと言われている。世界的な人口増加等をふまえ、食料競合問題に十分配慮したバイオ燃料導入が必須。

② 国産を中心とした食料供給に影響を与えない、セルロース原料からのバイオ燃料生産技術開発が積極的に行われているところ。

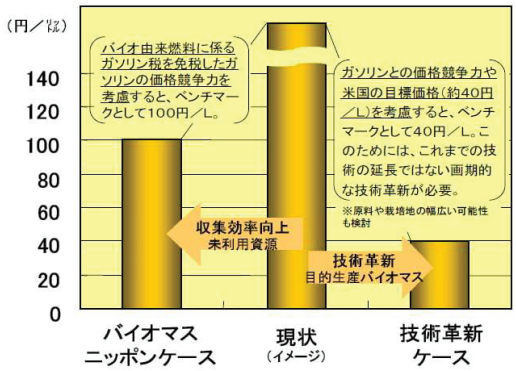
生産技術の商業化を待って、効率的な利用方法を含め導入拡大の議論を進めるべき。

トウモロコシ価格とバイオエタノール導入量



（出所）バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会

「バイオ燃料技術革新計画」の
セルロース系バイオエタノールの生産目標



（出所）バイオ燃料技術革新協議会

7

クリーンディーゼル乗用車の普及

石油連盟

① 石油業界は、国の規制を前倒しして、2005年からガソリンと軽油のサルファーフリー（硫黄分10ppm 以下）化を実施した。

② ガソリン乗用車より燃費に優れたクリーンディーゼル乗用車と、サルファーフリー軽油の組み合わせにより、燃費改善（CO2削減）と排出ガス改善の両立が可能。

③ “クリーンディーゼル乗用車”は、普及に必要な環境が既に整備されており、燃料側の追加コスト無しで、既存技術により確実にCO2削減が可能。普及を強く推し進めるべき。

④ 同乗用車の保有台数比率が10%まで増加すると、運輸部門で約200万t-CO2/年の削減効果があるとの試算もある（クリーンディーゼル乗用車の普及・将来見通しに関する検討会）。既に欧州ではディーゼル乗用車の新車販売比率が５割を超えている。

クリーンディーゼル乗用車とガソリン車の燃費比較

（メルセデスベンツEクラス3000cc ともに7速A/T）

	燃費（10・15モード）
ガソリン車	9.6 km/L
ディーゼル車	13.2km/L

燃費 約38% 向上

【国内での販売動向・予定】
2008年9月・・・N社（MT仕様車）
2010年2月・・・D社（AT仕様車）
2010年内・・・N社（AT仕様車）
2010～2011年・・・M社

ディーゼルシフトによるCO2削減効果（試算）

ディーゼル乗用車保有比率が **10%アップ**

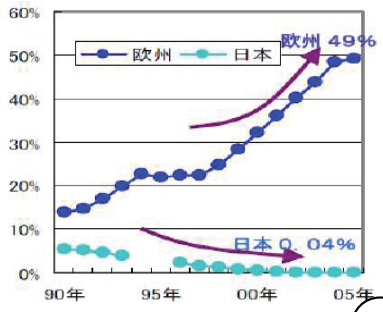
↓

200万tCO2／年の削減

（日本自動車研究所試算）

（出典）クリーンディーゼル乗用車の普及・将来見通しに関する検討会

日欧のディーゼル乗用車新車販売比率の推移



（出典）世界自動車統計年報

8

排出量取引の問題点（１）

石油連盟

①環境と経済成長の両立を阻害する

（1）技術的かつ経済的に実用可能な削減技術が裏付けに無ければ、排出量取引を導入し目標設定した場合、活動量の縮小、あるいは排出枠の購入等の手段で目標達成を強いられる。

（2）あるいは、効率の優れたわが国から生産が海外にシフトすることで炭素リーケージを生じる。

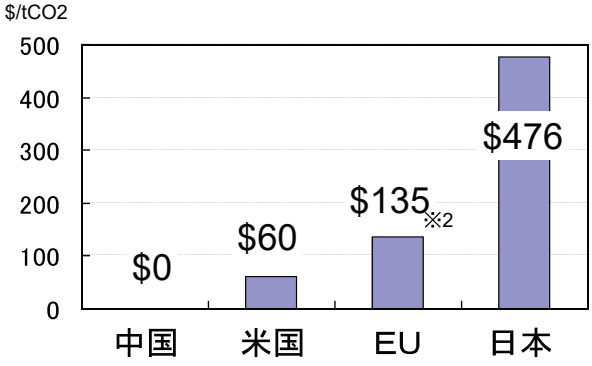
（3）国際公平性が確保されていないままでは、産業競争力の低下を招き、国富の海外流出が生じ、経済雇用に大きな影響を与えることは明白。

コペンハーゲン合意の2020年各国目標

	中国	米国	EU	日本
削減目標	2005年比 GDP当たり CO2排出	2005年比 ▲17%	1990年比 ▲20%～▲30%	1990年比 ▲25%
90年比換算	+90% ※1	▲3%	▲20%～▲30%	▲25%

出所：RITE
※1 中国は、第11次5ヶ年計画で掲げる年8%成長を続けると仮定した場合

2020年各国目標の限界削減費用



出所：RITE
※2 EUは、1990年比30%削減目標時のコスト

9

排出量取引の問題点（２）

石油連盟

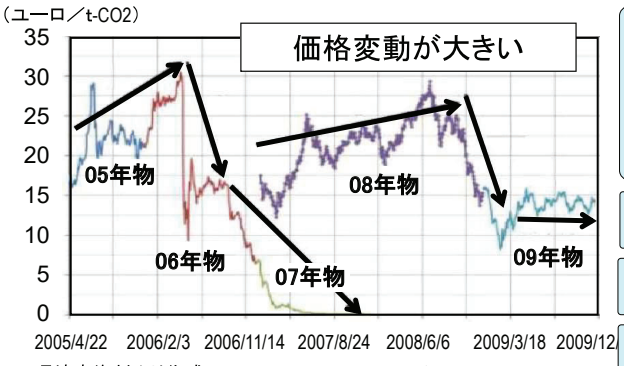
②技術開発・省エネ投資にマイナスの影響がある

マネーゲーム化する可能性のある排出量取引は、長期的視点に立った技術開発、設備投資のインセンティブを削ぐ恐れがある。本来期待されるべき、革新的技術開発を妨げることにも繋がる。

③ライフサイクルで低炭素化に貢献するという企業努力を阻害する

排出権取引は製造工程に着目して排出を制限する。
本来、ライフサイクルでの削減を目指すべき。

EU-ETSにおける排出枠（EUA）価格の推移



環境省資料より作成

＊EUA（EU-Allowance）・・・EUの初期割り当て量（AAU）に対応する形で発行され、EU-ETS内でのみ通用する排出枠

ライフサイクルで低炭素化に貢献する石油業界の取組

【製造】 軽油のサルファーフリー化 ⇒ **製油所CO2増加**
【消費】 燃費に優れたクリーンディーゼル乗用車の普及
⇒ **運輸部門のCO2削減**

既存技術で確実に削減可能。普及を推進すべき。

【消費】 高効率業務用ボイラーの開発と普及促進

【消費】 潜熱回収型高効率石油給湯機「エコフィール」普及

【消費】 バイオETBE配合「バイオガソリン」の販売

10

石油精製業から見た排出量取引の課題

石油連盟

①石油製品の需要は、景気動向、気象条件など様々な要因による影響を受ける。また、１次エネルギー供給の最大シェアである石油は、原子力や太陽光など非化石エネルギーの導入が拡大した際の、緊急時に対する「バッファーエネルギー」の役割が求められる。

②排出量取引は、その導入方法によっては石油製品の生産活動に制約がかかり、石油の安定供給に支障を来たす恐れもある。

③環境政策はエネルギー政策との密接な連携が必須。

製油所のCO2排出量に影響を及ぼす諸要因

増 寒波の到来など予期せぬ要因による需要の増加
増 需要の軽質化/白油化
増 品質規制の強化
（バンカー重油のS分規制など）

減 内需の減少
減 エネルギー効率の改善

石油業界のコントロールできない部分

11

石油精製業の取り組み

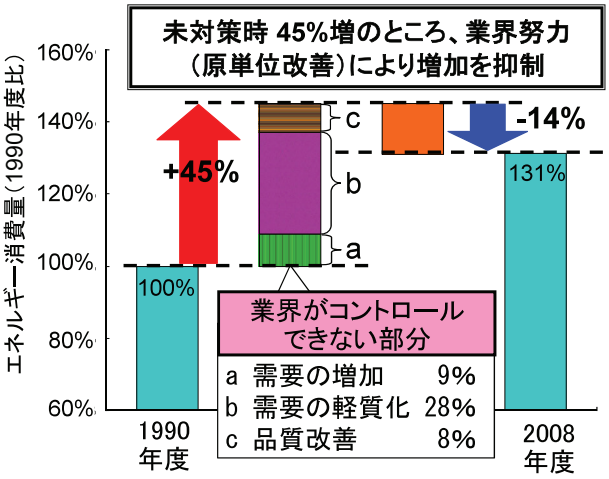
①石油業界は、自主行動計画により第1期間の目標達成に着実に貢献中。

②日本の製油所は、既に世界最高水準のエネルギー効率を達成している。

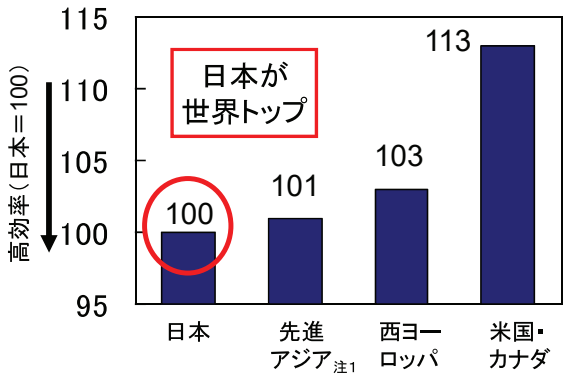
③石油連盟は2020年に向けた「低炭素社会実行計画」を策定した。製造工程から消費段階等まで幅広い取り組みを通じ、地球温暖化問題に対応していく。

⇒今後も、技術開発を促進させる取り組みを尊重すべき。

石油業界の自主行動計画による成果



製油所エネルギー効率の国際比較2004年実績



Solomon Associates社の調査結果を基に作成
注1）韓国・シンガポール・マレーシア・タイが対象。中国は含まない

12

【参考】 石油業界の低炭素社会実行戦略

～石油の高度・有効利用によるエネルギー安定供給と温暖化対策の両立～

基本方針

石油業界は、地球環境の保全や循環型社会の形成、わが国経済社会の持続的発展に積極的に貢献することを基本理念として、①石油の高度利用かつ有効利用、②持続可能な再生可能エネルギーの導入に取り組むことで、低炭素社会の形成を目指すとともに、エネルギー政策の「3E」（安定供給の確保、環境への適合、経済性）の同時達成を追求していく。

2020年度に向けた具体的な取り組み

石油製品の製造段階（製油所）

- 既存最先端技術（BAT：Best available technology ）の導入や近隣工場との連携推進等により、世界最高水準にあるエネルギー効率の維持・向上を目指す
- **2010年度から2020年度まで各年の累積で原油換算53万kl/年分*1,2の省エネ対策の実施に向け取り組んでいく**

*1 省エネ法をベースに対策措置導入当初に見込まれた数量を計上する。上記取り組みには政府の支援措置が必要な対策を含む
*2 約140万tCO2/年に相当する

石油製品の輸送・供給段階

- 物流の更なる効率化（油槽所の共同利用、製品の相互融通推進、タンクローリー大型化等）
- 給油所の照明LED化、太陽光発電設置　等

石油の消費段階

①再生可能エネルギー（バイオ燃料）

- LCAでの温室効果ガス削減効果、食料との競合問題、供給安定性、生態系への配慮など持続可能性が確保され、安定的・経済的な調達が可能なバイオ燃料を導入していく
- 当面は政府からの要請に基づき、原油換算21万klのバイオエタノールをETBE方式で導入していく。
  また政府から要請のあった導入目標の拡大も、3条件（ETBE方式・供給安定性確保・財政支援）を前提として、原油換算50万kl*3を上限に最大限協力していく

*3 約130万tCO2/年の貢献（LCA50%の場合約65万tCO2/年）

②クリーンディーゼル乗用車普及への働きかけ

③高効率石油機器の普及拡大

- 高効率給湯機（エコフィール）の普及拡大　等

④石油利用燃料電池の開発普及

- 既存石油供給ネットワークを活用可能な石油利用燃料電池の普及拡大（灯油やLPGより水素を供給）

革新的技術開発（2030年～2050年を目指して）

- 超臨界水を用いた重質油分解技術
- 炭化水素膜分離・吸着技術
- 二酸化炭素回収・貯留技術（CCS）　他

国際貢献

- 世界最高水準のエネルギー効率を達成したわが国石油業界の知識や経験を、途上国との人的交流や技術交流で活用

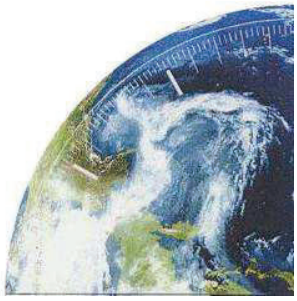
13

JATOP第2回成果発表会

ガソリン車バイオ燃料WG研究報告

2012年3月9日

ガソリン車バイオ燃料WG
廣瀬敏之



JATOP
JAPAN AUTO-OIL PROGRAM

ガソリン車バイオ燃料WGの目的

JATOP

日本のエネルギー戦略として、運輸部門の石油依存度を下げること、その際に必要となる燃料多様化に向けてバイオマス由来燃料、特にバイオエタノールの導入が重要とされている。

そこで、エタノール10%混合利用に関する研究が必要との認識から、今後の燃料と自動車の技術課題、および対応策を検討する。

※エタノール10%混合→以下“E10”と記載

2

ガソリン混合用としてのエタノールの特徴

JATOP

- サトウキビ等の糖類を原料とし、発酵法により製造
- 単一の化学物質　C_2H_5OH （分子量46） 沸点：78℃
- 高い酸素含有率(35mass%)
- 分子内部に強い極性部分（−O−H）を持ち、これにより石油系燃料とは大きく特性が異なる

C_2H_5-O-H

極性が強い部分
（水の特性に近い）

H:水素
C:炭素
O:酸素

考慮すべき燃料特性等

- 蒸気圧の大きな上昇
- 蒸留特性の過度の変化
- 含酸素化合物（35mass%の酸素）
- 低発熱量（ガソリン比較）
- 極性が強い物質による品質影響

自動車、ｴﾝｼﾞﾝに対して影響が懸念される現象等

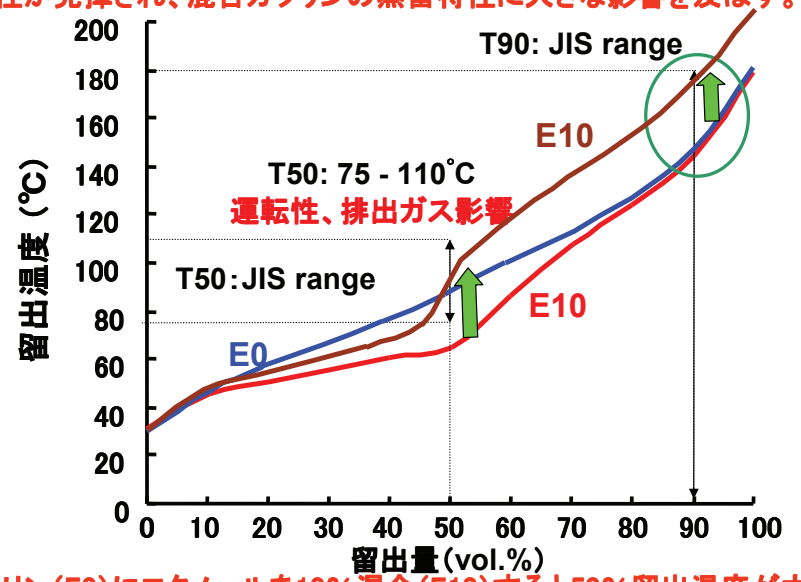
- 蒸発ガスが増加する
- 排出ガスが悪化する
- 運転性や始動性が悪化する
- 燃料系部品の損傷
  金属腐食、ゴム等の膨潤

3

エタノール混合がガソリン蒸留性状に与える影響

JATOP

エタノールは沸点78℃であるが、ガソリンに混合されるとエタノールの高い蒸発特性が発揮され、混合ガソリンの蒸留特性に大きな影響を及ぼす。



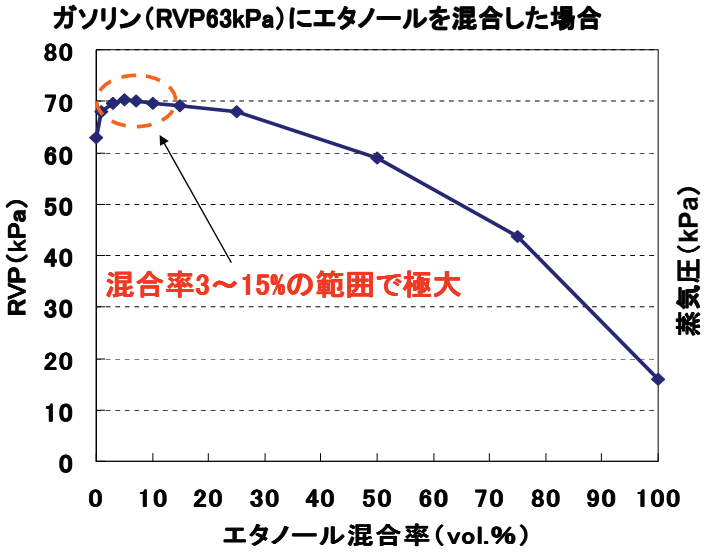
現状のガソリン（E0）にエタノールを10%混合（E10）すると50%留出温度が大きく低下する

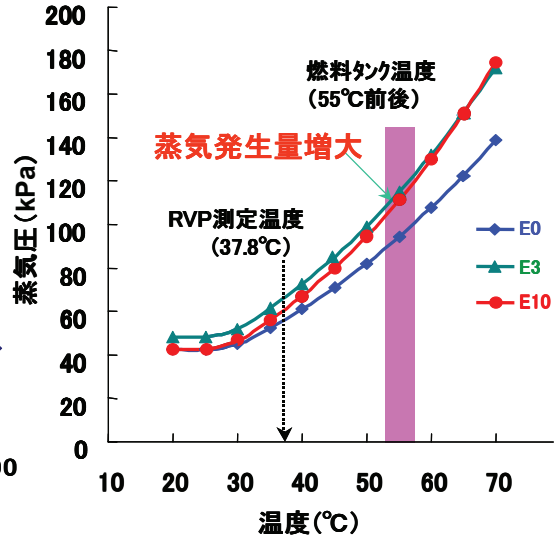
- 50%留出温度は、車両の排出ガス（テールパイプ）や運転性へ影響を及ぼす重要な特性であり、エタノール10%混合による影響が懸念される
- 高沸点基材によりT50を調整した場合はT90がJIS上限となる可能性がある

4

エタノール混合がガソリン蒸気圧に与える影響

JATOP





エタノール混合ガソリンはJIS規格であるリード蒸気圧（RVP）測定温度（37.8℃）でガソリン（E0）と差が無い場合でも、高温になると蒸気圧は差が大きくなるため、車両からの蒸発ガス、高温時の運転性への影響が懸念される。

5

E10が燃料品質に与える影響

JATOP

燃料品質	エタノール10%混合による燃料品質への影響	燃料の想定される主な課題	車両性能の主な課題	研究項目
蒸留性状 50%留出温度	10℃程度低下	T50は沸点の異なる基材で調整 T50がJIS下限を下回る可能性	従来と異なる蒸留特性の影響 ⇒排出ガス ⇒運転性 （低T50：高温運転性）	①排出ガス、燃費/CO_2への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50（高温側）の影響の把握 ・T50（低温側）の影響の把握
蒸気圧（RVP）	7kPa程度増加（高温の蒸発量増加）	ﾌﾞﾀﾝを抜くなどで調整	高温での蒸発量増加の影響 ⇒車両蒸発ガス	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握（駐停車時） ・高温での蒸発量増加の影響把握（運転時）
材料適合性（ゴム）	ゴム材の透過	－	透過の影響 ⇒車両蒸発ガス	
保存安定性（金属、ゴム、樹脂）	金属腐食	酸化安定性への影響有り？	車両燃料システムへの影響	④材料による燃料性状への影響調査
	ゴム材、樹脂の膨潤	ガム分増加等の影響有り？		

6

E10が燃料品質に与える影響

JATOP

燃料品質	エタノール10%混合による燃料品質への影響	燃料の想定される主な課題	車両性能の主な課題	研究項目
蒸留性状 50%留出温度	10℃程度低下	T50は沸点の異なる基材で調整 T50がJIS下限を下回る可能性	従来と異なる蒸留特性の影響 ⇒排出ガス ⇒運転性 (低T50:高温運転性)	①排出ガス、燃費/CO_2への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50(高温側)の影響の把握 ・T50(低温側)の影響の把握
蒸気圧(RVP)	7kPa程度増加(高温の蒸発量増加)	ﾌﾞﾀﾝを抜くなどで調整	高温での蒸発量増加の影響 ⇒車両蒸発ガス	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握(駐停車時) ・高温での蒸発量増加の影響把握(運転時)
材料適合性(ゴム)	ゴム材の透過	–	透過の影響 ⇒車両蒸発ガス	
保存安定性(金属、ゴム、樹脂)	金属腐食	酸化安定性への影響有り?	車両燃料システムへの影響	④材料による燃料性状への影響調査
	ゴム材、樹脂の膨潤	ガム分増加等の影響有り?		

7

①排出ｶﾞｽ、燃費/CO_2への影響調査

JATOP

検討内容

エタノール混合ガソリンに対しても従来の燃料品質指標が適用可能かを幅広い車両で、E10ガソリンのT50 が排出ガス、燃費/ CO_2に及ぼす影響を把握する

＜試験車両＞

4輪車:4台(小型乗用車1台、軽自動車3台)、2輪車:3台

＜試験モード＞

4輪車:11モード(Coldスタート:エンジン冷機状態からの走行モード)
10-15モード (Hotスタート:エンジン暖機状態の走行モード)

2輪車:2輪モード (エンジン冷機状態からの走行モード)

＜評価項目＞

非メタン炭化水素(NMHC)または全炭化水素(THC)、窒素酸化物(NOx)、一酸化炭素(CO)、アルデヒド、CO_2、燃費

8

試験車両(4輪)の諸元

JATOP

車両記号	車両AA	車両DA	車両DB	車両EA
種別	小型乗用車	軽自動車	軽自動車	軽自動車
排出ガス基準	平成17年基準 排出ガス 75%低減レベル	平成17年基準 排出ガス 75%低減レベル	平成17年基準 排出ガス 50%低減レベル	平成17年基準 排出ガス 75%低減レベル
登録年	平成19年	平成20年	平成20年	平成20年
排気量 L	1.5	0.66	0.66	0.66
気筒数	直列4	直列3	直列3	直列3
圧縮比	10.5	10.8	9.0	9.0
過給	なし	なし	有	有
燃料噴射システム	PFI	PFI	PFI	DI
変速機	CVT	CVT	CVT	CVT
最大出力 kw/rpm	81/6000	43/7200	47/6000	47/6500
最大トルク N・m/rpm	140/4400	65/4000	103/3000	103/3500
燃料	レギュラー	レギュラー	レギュラー	レギュラー
燃料タンク容量 L	50	36	36	30
試験時走行距離 km	20500 ～ 36000	4500 ～ 17500	4500 ～ 20500	5000 ～ 20000

9

試験車両(2輪)の諸元

JATOP

車両記号	2輪車1	2輪車2	2輪車3
種別	原付第一種	原付第二種	軽二輪車
排出ガス基準	平成18年基準	平成19年基準	平成18年基準
排気量 cc	49	107	249
エンジン種類	空冷 4ストローク	水冷 4ストローク	水冷 4ストローク
燃料供給装置形式	ｲﾝｼﾞｪｸｼｮﾝ	ｲﾝｼﾞｪｸｼｮﾝ	ｲﾝｼﾞｪｸｼｮﾝ
過給	なし	なし	なし
変速機	無段変速式	無段変速式	無段変速式
最大出力 kW/rpm	3.7/8000	6.6/7500	14/6500
最大トルク N・m/rpm	4.5/6500	9.3/6250	22/5000

10

試験燃料マトリックス

JATOP

50%留出温度(T50)の影響を検証するため、以下の試験燃料を用いた

（T90は、市場平均レベル（150℃）とJIS上限レベルの2つのグループ燃料を用いた）

E0/E10	E10*	E0/E10	E0/E10	E0/E10	E0	E0/E10	E0/E10	E0/E10	E0	(ETBE23)
T10, ℃	55以下									
T50, ℃	65	75	100	110	120	90	100	110	120	100
T90, ℃			150			180（JIS上限）				
RVP, kPa	69		65							
オクタン価	97以上									

T50：低温側　　T50：高温側

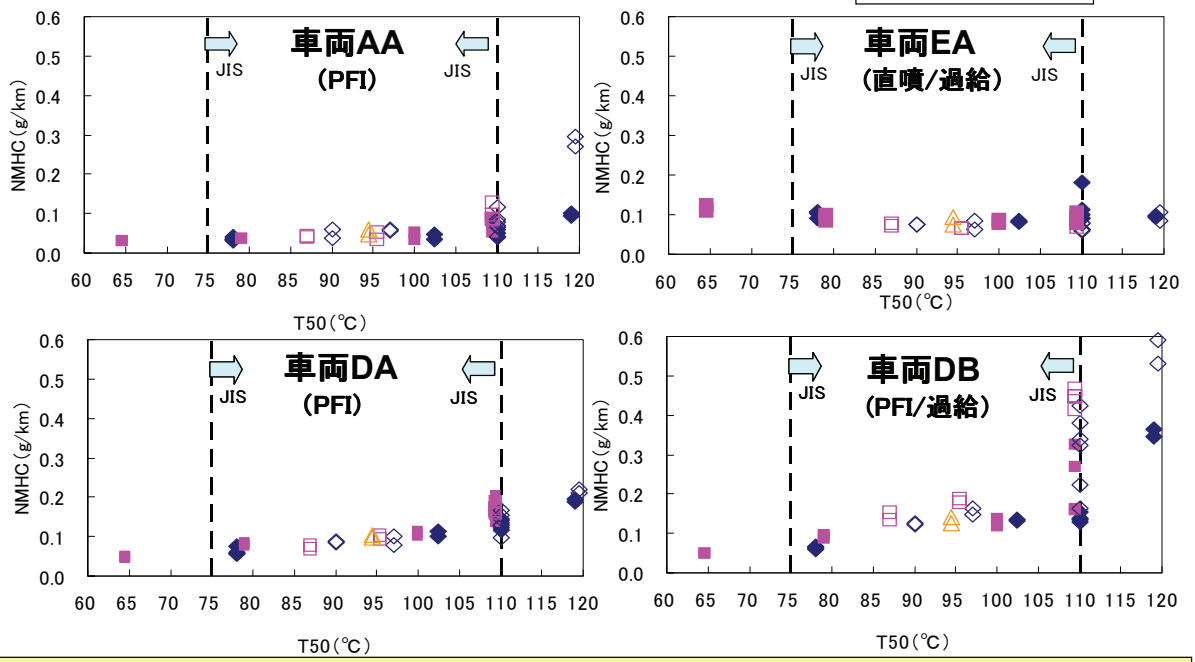
＊E0（T50：75℃）にエタノールを10%スプラッシュブレンド

11

排出ガス-NMHC、4輪車、11モード

JATOP

◆ E0 T90：150℃
■ E10 T90：150℃
◇ E0 T90：JIS上限域
□ E10 T90：JIS上限域
△ETBE23 T90：JIS上限域



車両AA、車両DA、車両DBはT50：110℃でE0よりE10のNMHCが増加傾向が見られた。
CO、NOxについても、車両によりE0よりE10で増加傾向が見られた。

12

排出ｶﾞｽ、燃費/CO_2への影響調査結果

JATOP

E10における傾向（ E0との比較）

T50：高温側

※ 2輪車においてはTHC

	4輪車										2輪車		
	Coldスタート（11モード）					Hotスタート（10・15モード）					Coldスタート（2輪車モード）		
T90, ℃	150		180			150		180			180		
T50, ℃	100	110	90	100	110	100	110	90	100	110	90	100	110
NMHC※	→	↗ 3/4台	→	→	↗ 3/4台	→	→	→	→	→	→	→	→
CO	→	↗ 3/4台	→	→	↗ 4/4台	→	→	→	→	→	↘ 3/3台	↘ 3/3台	↘ 3/3台
NOx	→	↗ 3/4台	↗ 1/4台	↗ 1/4台	↗ 2/4台	→	→	→	→	→	→	↗ 1/3台	↗ 1/3台
燃費(km/L)						↘ 4/4台	↘ 4/4台	↘ 4/4台	↘ 4/4台	↘ 4/4台	↘ 3/3台	↘ 3/3台	↘ 3/3台
燃費(km/MJ)						→	→	→	→	→	→	→	→
CO2						→	→	→	→	→	→	→	→
ｱｾﾄｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ	↗ 4/4台	↗ 4/4台	↗ 4/4台	↗ 4/4台	↗ 4/4台	→	→	→	→	→	↗ 3/3台	↗ 3/3台	↗ 3/3台

T50：低温側

	4輪車	
	Coldスタート（11モード）	Hotスタート（11・15モード）
NMHC	→	→
CO	→	→
NOx	→	→
燃費(km/L)		↘ 4/4台
燃費(km/MJ)		→
CO2	→	→
ｱｾﾄｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ	↗ 4/4台	→

↗：E0に比較してE10は増加／ばらつく傾向
→：E0とE10で差なし
↘：E0に比較してE10は減少傾向

- Coldスタート試験では、T50：110℃でE10の影響が見られた場合があった。また、アセトアルデヒドが増加する傾向が見られた。
- Hotスタート試験では、E10の影響は見られなかった。

13

E10が燃料品質に与える影響

JATOP

燃料品質	エタノール10%混合による燃料品質への影響	燃料の想定される主な課題	車両性能の主な課題	研究項目
蒸留性状 50%留出温度	10℃程度低下	T50は沸点の異なる基材で調整 T50がJIS下限を下回る可能性	従来と異なる蒸留特性の影響 ⇒排出ガス ⇒運転性 （低T50：高温運転性）	①排出ガス、燃費/CO_2への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50（高温側）の影響の把握 ・T50（低温側）の影響の把握
蒸気圧（RVP）	7kPa程度増加（高温の蒸発量増加）	ﾌﾞﾀﾝを抜くなどで調整	高温での蒸発量増加の影響 ⇒車両蒸発ガス	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握（駐停車時） ・高温での蒸発量増加の影響把握（運転時）
材料適合性（ゴム）	ゴム材の透過	–	透過の影響 ⇒車両蒸発ガス	
保存安定性（金属、ゴム、樹脂）	金属腐食	酸化安定性への影響有り？	車両燃料システムへの影響	④材料による燃料性状への影響調査
	ゴム材、樹脂の膨潤	ガム分増加等の影響有り？		

14

②運転性への影響調査

JATOP

検討内容

エタノール混合ガソリンに対しても従来の燃料品質指標が適用可能かを幅広い車両で、E10ガソリンのT50（高温側）が運転性能(加速性、始動性、デメリット点数)に及ぼす影響を把握する。

また、T50がJIS下限のE0ガソリンにブレンドにてE10を試製し、T50がJIS下限を下回るE10が、高温運転性能(始動性、加速性)に及ぼす影響を把握する。

＜試験車両＞

小型乗用車1台、軽自動車3台（排出ガス試験と同じ車両にて実施）

＜評価モード＞

T50（高温側）：運転性能に及ぼす影響

運転性評価モード(石油学会法　Coldスタート, Hotスタート)、試験室温:20℃

T50（低温側）：高温運転性能に及ぼす影響

石油学会法 「高速走行、渋滞走行」試験、六甲山登山モード、試験室温:35℃

＜評価項目＞

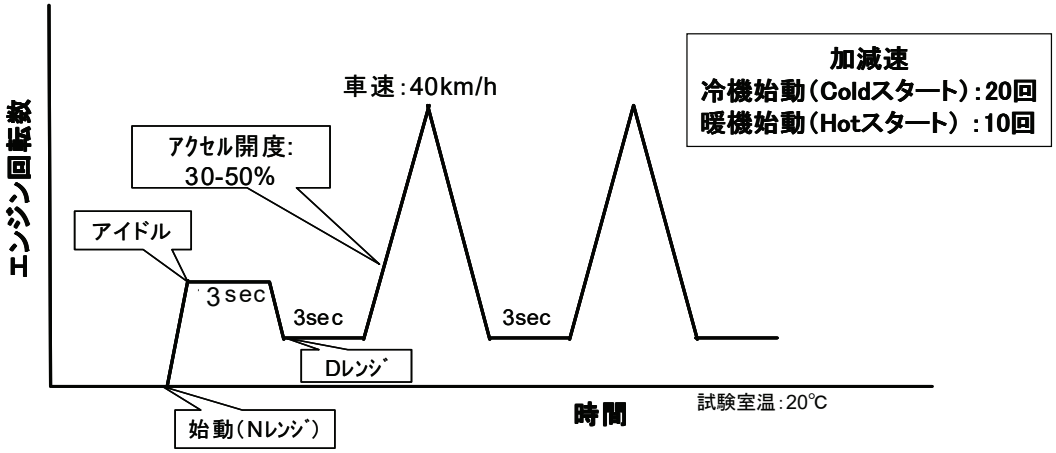
加速性、始動性、デメリット点数

15

運転性への影響調査　－　運転性評価モード

JATOP

運転性評価モード　　石油学会法



＜評価項目＞

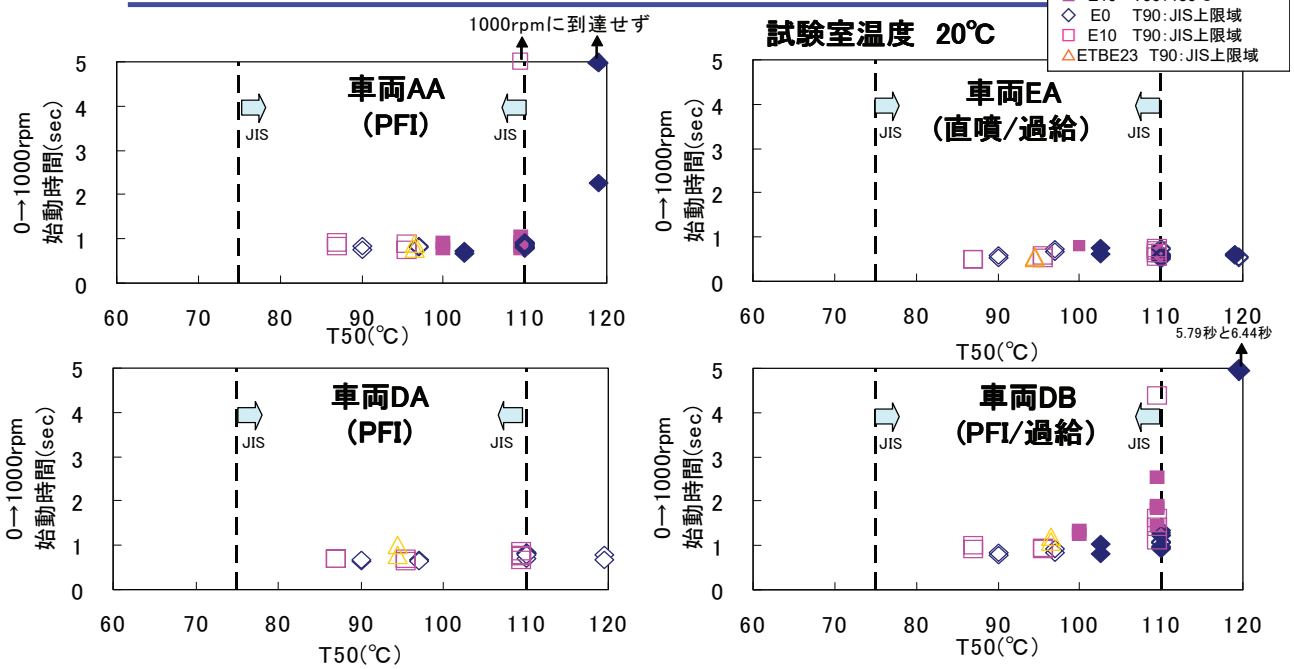
始動性：電圧低下開始時点から1000rpm到達までの始動時間にて評価

加速性：加速開始から40km/h到達までの加速時間にて評価

16

始動性　－　始動時間、Coldスタート

JATOP



車両DBではT50：110℃でE0よりE10の始動時間が増加傾向が見られた。
車両AAではT50：110℃においてT90：JIS上限域のみE10の影響が見られた。

17

運転性への影響調査結果

JATOP

E10における傾向（ E0との比較）

試験室温度: 20℃

	4輪車									
	Coldスタート					Hotスタート				
T90, ℃	150		180			150		180		
T50, ℃	100	110	90	100	110	100	110	90	100	110
始動時間	→	↗ 1/3台	→	→	↗ 2/4台	→	→	→	→	→
加速時間	→	↗ 2/3台	→	→	↗ 2/4台	→	→	→	→	→
デメリット点数	→	↗ 2/3台	→	→	↗ 2/4台	→	→	→	→	→

↗：E0に比較してE10は増加／ばらつく傾向
→：E0とE10で差なし

・Coldスタート試験では、T50：110℃でE10の影響が見られた場合があった。その場合、T90：150℃よりもT90：JIS上限域の方が影響が現れる傾向の場合もあった。

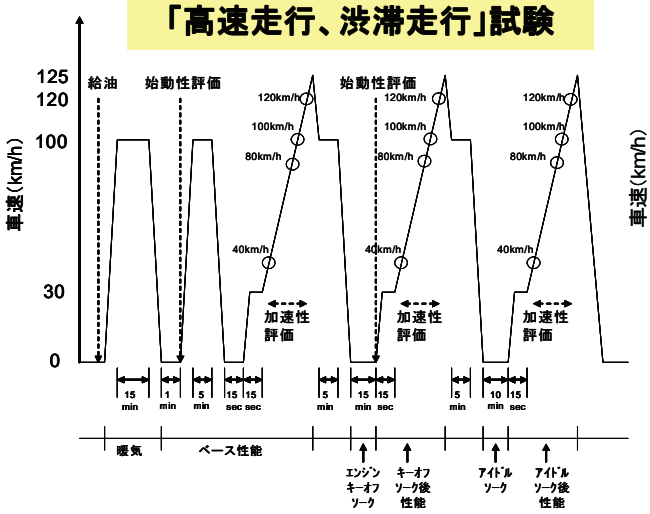
・Hotスタート試験では、E10の影響は見られなかった。

18

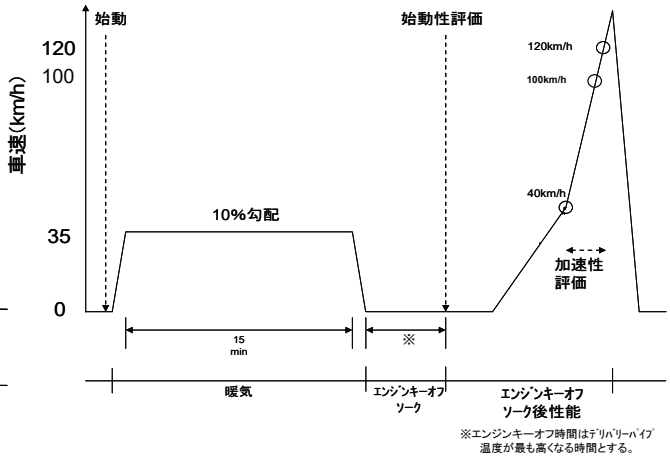
高温運転性試験ー走行モード

JATOP

石油学会法
「高速走行、渋滞走行」試験



六甲山登山モード



＜評価項目＞

試験室温：35℃

始動性：電圧低下開始時点から1000rpm到達までの始動時間にて評価

加速性：40km/hから石油学会法では100km/h（80km/h）、120km/h、（100km/h）
六甲山登山モードでは120km（100km/h）到達までの加速時間にて評価。
（軽自動車は括弧内の速度とする）

19

高温運転性への影響調査結果

JATOP

E10における傾向（ E0との比較）

	4輪車			
	石油学会法「高速走行、渋滞走行試験」			六甲山登山モード
	ベース性能	キーオフソーク後	アイドルソーク後	
始動時間	→	→		→
加速時間	→	→	→	→
デメリット点数	→	→	→	→

→: E0とE10で差なし

T50：JIS下限域でのE10の影響は見られなかった

20

E10が燃料品質に与える影響

JATOP

燃料品質	エタノール10%混合による燃料品質への影響	燃料の想定される主な課題	車両性能の主な課題	研究項目
蒸留性状 50%留出温度	10℃程度低下	T50は沸点の異なる基材で調整 T50がJIS下限を下回る可能性	従来と異なる蒸留特性の影響 ⇒排出ガス ⇒運転性 (低T50:高温運転性)	①排出ガス、燃費/CO_2への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50(高温側)の影響の把握 ・T50(低温側)の影響の把握
蒸気圧(RVP)	7kPa程度増加(高温の蒸発量増加)	ﾌﾞﾀﾝを抜くなどで調整	高温での蒸発量増加の影響 ⇒車両蒸発ガス	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握(駐停車時) ・高温での蒸発量増加の影響把握(運転時)
材料適合性(ゴム)	ゴム材の透過	–	透過の影響 ⇒車両蒸発ガス	
保存安定性(金属、ゴム、樹脂)	金属腐食	酸化安定性への影響有り?	車両燃料システムへの影響	④材料による燃料性状への影響調査
	ゴム材、樹脂の膨潤	ガム分増加等の影響有り?		

21

③車両蒸発ガスへの影響調査

JATOP

幅広い車両に対して車両蒸発ガスの排出挙動を把握すると共に、E10の燃料ラインからの浸透揮発による蒸発ガス増加等の実態を把握し、ガソリン用バイオ燃料の燃料品質の影響を検討する

＜試験車両＞

小型乗用車1台(RLのみ)、軽自動車3台 (排出ガス試験と同じ車両にて実施)

＜試験燃料＞

E0 :RVP 65、72kPa (RVPの感度を把握のため)
E10、ETBE23:RVP 65kPa

＜試験条件＞

夏場想定(環境温度:RL35℃、DBL20－35℃)

＜評価項目＞

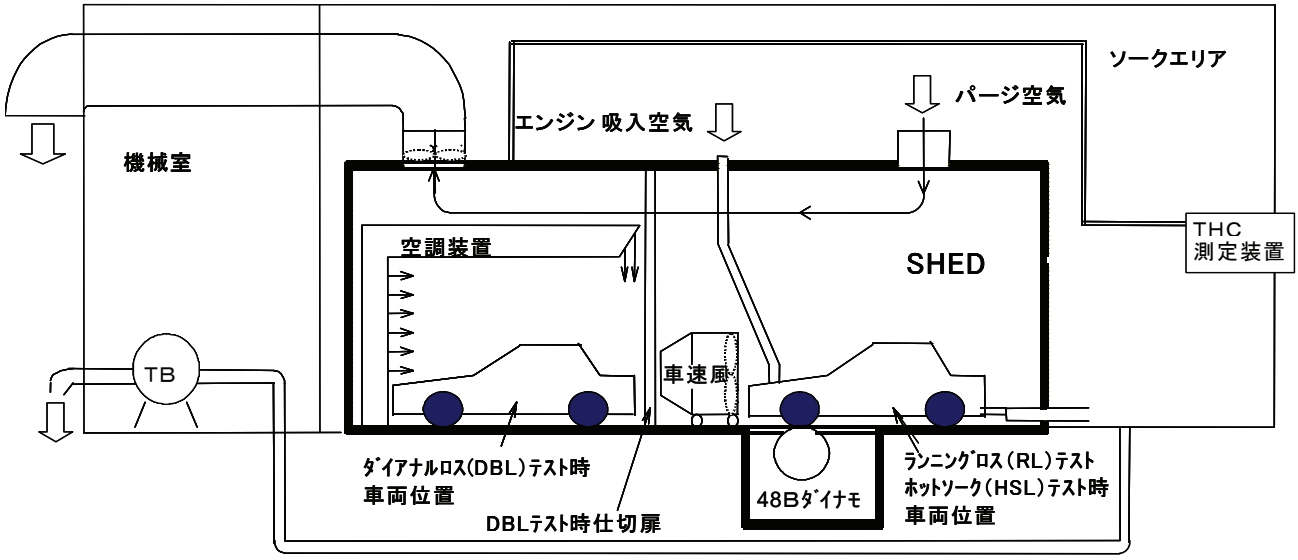
ランニングロス(走行時の蒸発ガス:RL)、ホットソークロス(走行後の蒸発ガス:HSL)、ダイアナルブリージングロス(駐車時の蒸発ガス:DBL)

22

車両蒸発ガス評価－評価設備

JATOP

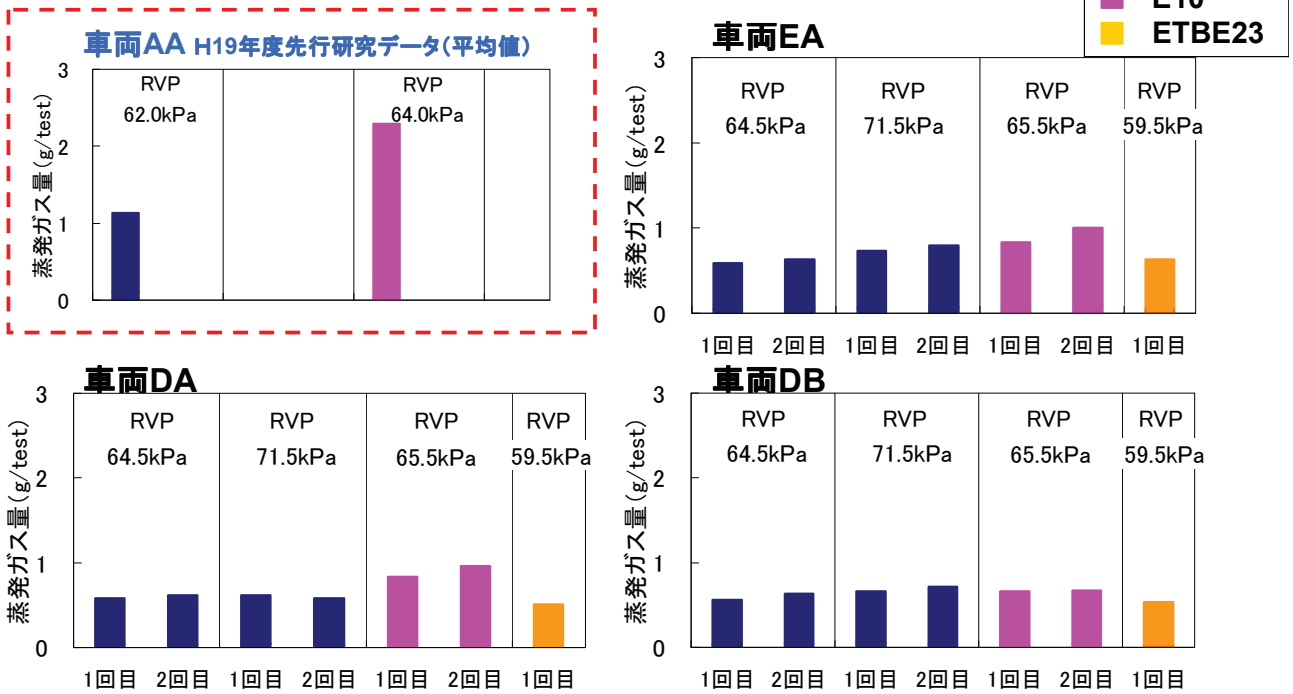
SHED（Sealed Housing for Evaporative Determination）システムを用いて測定



23

車両蒸発ガス、HSL ＋ 24h-DBL

JATOP

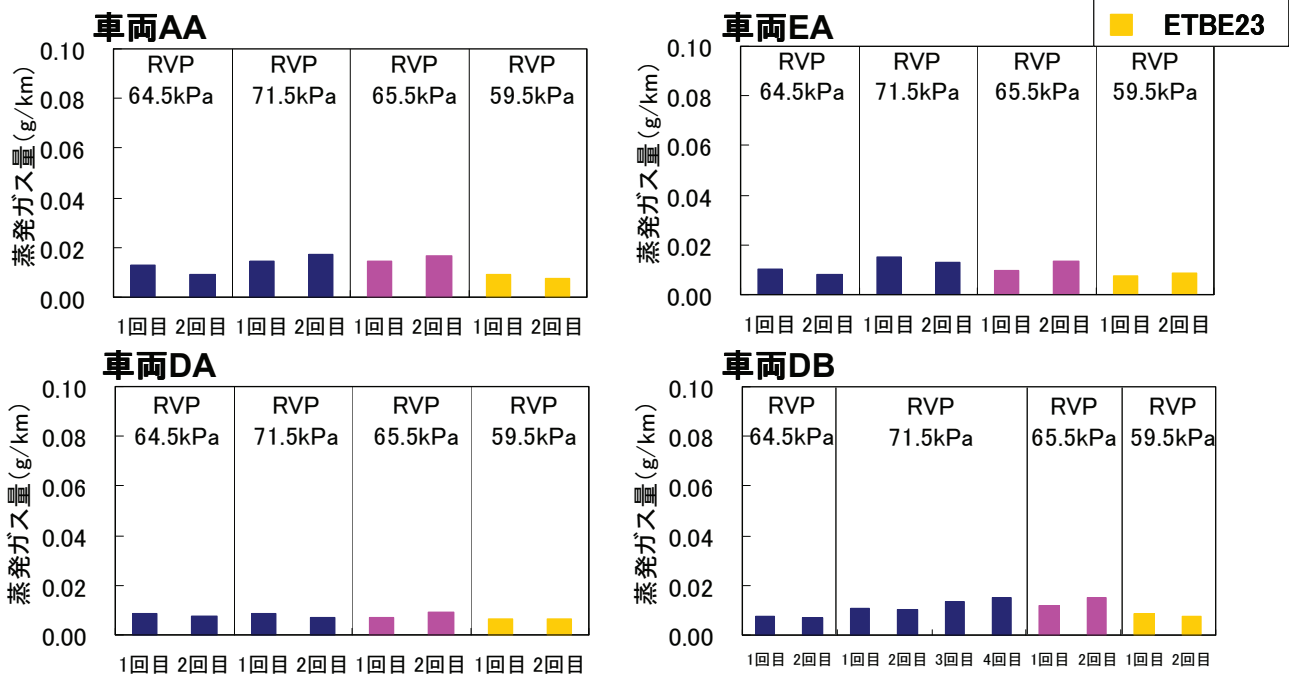


先行研究で実施した車両AAではE10の影響は見られたが、今回実施した車両EA、DA、DBにおいてE10とE0に顕著な差は見られなかった。

24

車両蒸発ガス、RL

JATOP



E10とE0に顕著な差は見られなかった

25

E10が燃料品質に与える影響

JATOP

燃料品質	エタノール10%混合による燃料品質への影響	燃料の想定される主な課題	車両性能の主な課題	研究項目
蒸留性状 50%留出温度	10℃程度低下	T50は沸点の異なる基材で調整 T50がJIS下限を下回る可能性	従来と異なる蒸留特性の影響 ⇒排出ガス ⇒運転性 (低T50:高温運転性)	①排出ガス、燃費/CO_2への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50(高温側)の影響の把握 ・T50(低温側)の影響の把握
蒸気圧(RVP)	7kPa程度増加(高温の蒸発量増加)	ﾌﾞﾀﾝを抜くなどで調整	高温での蒸発量増加の影響 ⇒車両蒸発ガス	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握(駐停車時) ・高温での蒸発量増加の影響把握(運転時)
材料適合性(ゴム)	ゴム材の透過	–	透過の影響 ⇒車両蒸発ガス	
保存安定性(金属、ゴム、樹脂)	金属腐食	酸化安定性への影響有り?	車両燃料システムへの影響	④材料による燃料性状への影響調査
	ゴム材、樹脂の膨潤	ガム分増加等の影響有り?		

26

④材料による燃料性状への影響調査

JATOP

長期間放置したときの燃料供給系統の材料がE10燃料品質（酸化安定性、ガム分等）に与える影響について把握する

＜試験材料＞

燃料供給系統に用いられている金属・ゴム・樹脂材料を選定した

- 金属（5種類） 亜鉛、錫、鋼、銅、ニッケル
- ｺﾞﾑ（3種類） フッ素ｺﾞﾑ（KFM）、ﾆﾄﾘﾙｺﾞﾑ（NBR）、ﾆﾄﾘﾙｺﾞﾑ・塩化ﾋﾞﾆﾙ（NBR・PVC）
- 樹脂材料（3種類） ﾎﾟﾘｱﾐﾄﾞ樹脂（ﾅｲﾛﾝ）、ﾎﾟﾘｱｾﾀｰﾙ樹脂（PA）、ﾌｪﾉｰﾙ樹脂

＜試験燃料＞

- E0ガソリン、E10ガソリン（スプラッシュ・ブレンド）

＜試験条件＞

- 金属材料：100℃ 480hr、樹脂・ゴム材料：70℃ 720hr

＜評価項目＞

材料浸漬による燃料性状への影響を評価（E0ガソリンとE10ガソリンへの影響の違いに着目）

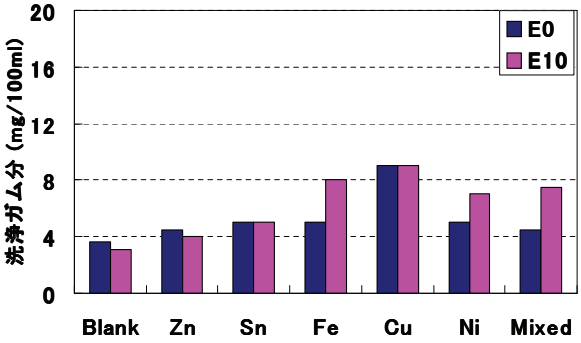
- 未洗浄ガム分、洗浄ガム分、過酸化物価、酸化安定度

各種材料の燃料への影響評価結果

JATOP

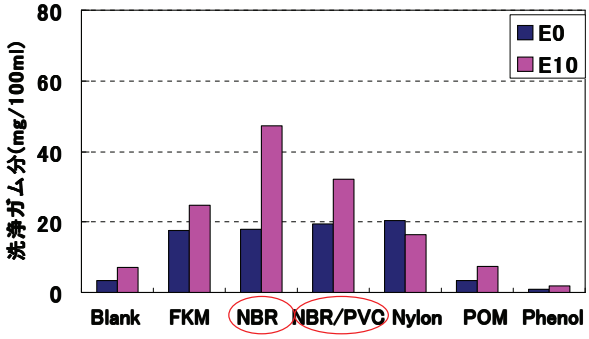
洗浄ガム分：ガソリンを揮発させ、不揮発分を溶剤で洗浄した後の残渣物

金属材料の影響



E0/E10の影響に顕著な差は見られなかった。

ゴム・樹脂材料の影響



NBR、NBR/PVCにおいて、E10ガソリン中のガム値が増加する傾向が見られた。

調査結果まとめ

JATOP

燃料品質	エタノール10%混合による燃料品質への影響	研究項目	調査結果
蒸留性状 50%留出温度	10℃程度低下	①排出ガス、燃費/CO_2への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50（高温側）の影響の把握 ・T50（低温側）の影響の把握	T50のJIS上限域（110℃）で車によりE10の影響が見られた。 T50下限域を含め、それ以外の範囲ではT50によるE10の影響は見られなかった。
蒸気圧（RVP）	7kPa程度増加（高温の蒸発量増加）	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握（駐停車時） ・高温での蒸発量増加の影響把握（運転時）	本WGで実施した供試車両では、E10の顕著な影響は見られなかった。 （先行研究WGで実施した車両でE10のHSL＋DBLへの影響は見られた）
材料適合性（ゴム）	ゴム材の透過		
保存安定性（金属、ゴム、樹脂）	金属腐食	④材料による燃料性状への影響調査	ゴム材によりE10の方が燃料中のガム値増加が見られた。 金属による燃料品質への影響はE0とE10で差は見られなかった。
	ゴム材、樹脂の膨潤		

日本市場にある既販車を用いた試験では、E10の影響が見られた場合があった。
E10導入時には、これらの影響に注意を払う必要がある。

29