

アルコール類の自動車用燃料としての
一般的特徴について

JARI

アルコール類の自動車用燃料としての一般的特徴

1.含酸素 (分子に酸素を含む)

一酸化炭素(CO)、すす (黒煙)の排出が少ない
排出ガスの光化学反応性が低い
アルデヒドを生成しやすい

2.高オクタン価、低セタン価

火花点火エンジンに適しているが、圧縮着火エンジンには適さない

3.硫黄分が少ない

排出ガス浄化触媒の性能維持、硫黄酸化物 (SO_x) 排出が少ない

4.発熱量が小さい

燃費 (燃料の容量あたりの走行距離)が悪い

5.蒸気圧が低い

冷間時の始動性が悪く、未燃燃料の排出が多くなる

6.材料への影響

アルコール種と材料の組み合わせによっては、金属の腐食、ゴムの膨潤、樹脂の劣化の傾向がある

7.石油代替燃料

天然ガス、石炭、農作物などから製造可能。(石油からも合成可能)

既存のガソリン車に 高濃度アルコール含有燃料を使用した場合の影響

1. 排出ガスへの影響

- 空燃比の希薄化 (ガソリン用に設計された車両にアルコール燃料を使用すると、触媒が良好に作動する理論混合比を外れる)
一酸化炭素 (CO)、炭化水素 (HC) の減少
窒素酸化物 (NO_x) の増加 (アルコールは含酸素燃料であるため、排気ガス中に酸素が残り、NO_xの浄化率が低下する。)

- アルデヒド排出量の増加

* 既存のガソリン車に使用した場合には、NO_xやアルデヒド排出量が増加し、環境改善効果があるとはいえない。

2. 燃料供給系材料への影響

- アルコール種と材料の組み合わせによっては、金属の腐食、ゴムの膨潤、樹脂の劣化の傾向がある。

燃料漏れ、インジェクターの詰まりによる始動性・運転性の悪化のおそれ

3. 運転性への影響

- 冷間時の始動性の悪化、運転性 (加速性、アイドル安定性など) の悪化

三元触媒における有害物質の浄化率に及ぼす影響

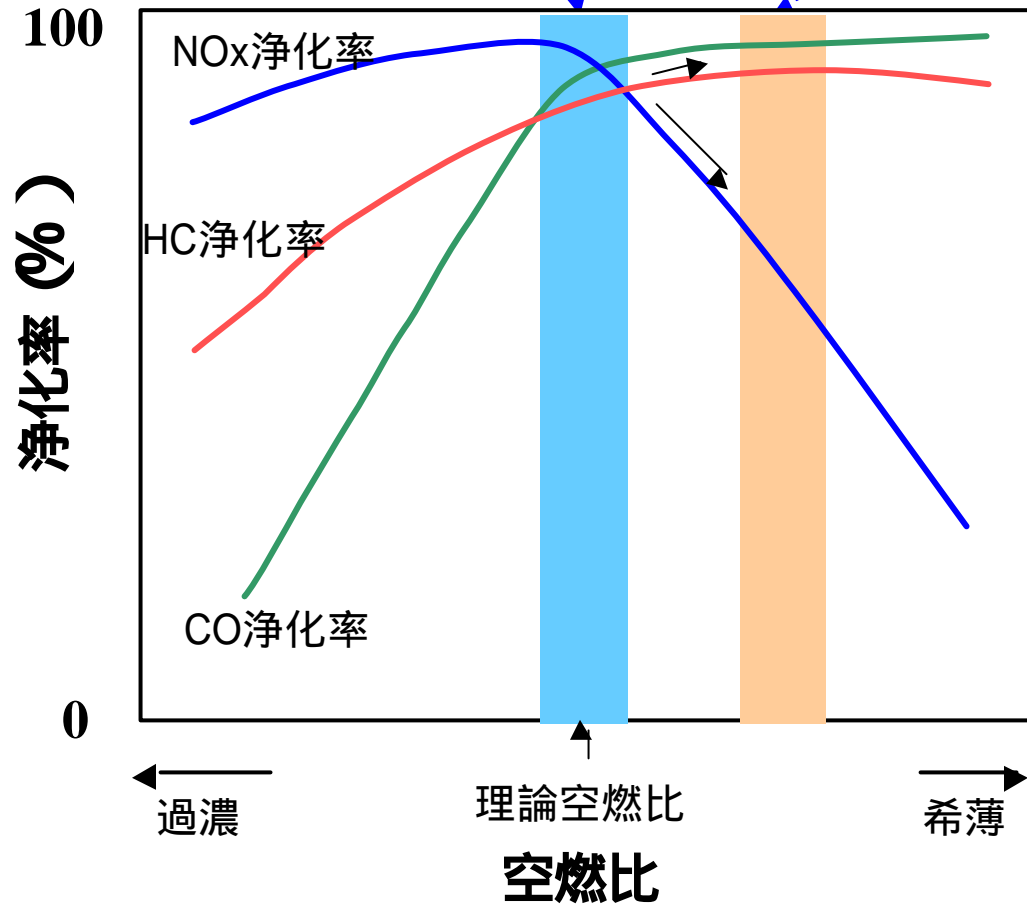
- ガソリン車にアルコール含有燃料を使用した場合 -

ガソリン車の運転領域

排出ガス3成分(CO、HC、NOx)が浄化されるように、理論空燃比付近の狭い空燃比範囲(Window)で運転されている。

ガソリン車にアルコールを使用した場合の運転領域(空燃比の希薄化)

ガソリン自動車にアルコール燃料を使用すると、燃料に酸素が含まれているため、実際の空燃比は理論空燃比より希薄になる。



CO浄化率の上昇	CO排出量減少
HC浄化率の上昇	HC排出量減少
NOx浄化率の低下	NOx排出量増加

アルコール専用車では、燃料に合わせて空燃比の制御を設定するため、理論空燃比での運転が可能。

アルコール燃料の環境改善ポテンシャル
- **アルコール専用車に使用した場合** -

1.一酸化炭素 (CO)が少ない

2.窒素酸化物 (NOx)が少ない

火炎温度が低いため、エンジン内におけるNOx発生量が少ない

3.光化学反応性が低い

大気中におけるオゾン生成の低減

4.硫黄分が少ない

排出ガス低減触媒の性能維持、硫黄酸化物 (SOx)排出が少ない

5.すす (黒煙)が発生しにくい (ディーゼル比)

6.アルデヒド排出量の増加 (残された開発課題)

アルコール燃料は、アルコール専用車に使用することにより
環境改善ポテンシャル (低公害燃料としての特性) が発揮される。

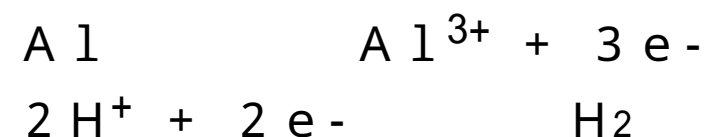
表1 アルコール類の一般性状

	化学種	化学式	融点	沸点	密度	オクタン価 RON	発熱量 MJ/kg
アルコール類	メタノール	CH ₃ OH	-98	65	0.793	133	20
	エタノール	C ₂ H ₅ OH	-115	78	0.789	129	27
	n-プロピルアルコール	C ₃ H ₇ OH	-126	97	0.804	118	30
	イソプロピルアルコール	C ₃ H ₇ OH	-86	83	0.789	-	-
	n-ブチルアルコール	C ₄ H ₉ OH	-90	118	0.810	-	-
	イソブチルアルコール	C ₄ H ₉ OH	-108	108	0.802	-	-
	sec-ブチルアルコール	C ₄ H ₉ OH	-114	100	0.806	-	-
	tert-ブチルアルコール	C ₄ H ₉ OH	26	83	0.789	103	33
	n-ペンチルアルコール	C ₅ H ₁₁ OH	-79	138	0.817	-	-
	イソペンチルアルコール	C ₅ H ₁₁ OH	-117	132	0.813	-	-
	2-メチル-1-ブタノール	C ₅ H ₁₁ OH	-	128	0.811	-	-
	1-ペンタノール	C ₅ H ₁₁ OH	-79	138	0.814	-	-
	2-ペンタノール	C ₅ H ₁₁ OH	-	120	0.806	-	-
	3-ペンタノール	C ₅ H ₁₁ OH	-	116	0.822	-	-
	1-ヘキサノール	C ₆ H ₁₃ OH	-46	158	0.816	-	-
	2-ヘキサノール	C ₆ H ₁₃ OH	-	140	0.811	-	-
	3-ヘキサノール	C ₆ H ₁₃ OH	-	135	0.819	-	-
	3-メチル-3-ペンタノール	C ₆ H ₁₃ OH	-24	122	0.829	-	-
	1-ヘプタノール	C ₇ H ₁₅ OH	-34	177	0.819	-	-
	2-ヘプタノール	C ₇ H ₁₅ OH	-	160	0.819	-	-
4-ヘプタノール	C ₇ H ₁₅ OH	-42	155	0.818	-	-	
1-オクタノール	C ₈ H ₁₇ OH	-15	195	0.826	-	-	
2-オクタノール	C ₈ H ₁₇ OH	-32	179	-	-	-	
エーテル類	MTBE	C ₄ H ₉ OCH ₃	-109	55	0.745	116	36
	ETBE	C ₄ H ₉ OC ₂ H ₅	-	92	0.749	118	36
ガソリン	炭化水素の混合物	C _n H _m	-	30 ~ 220	0.72 ~ 0.76	90 ~ 100	43

アルミニウムの腐食、耐食性

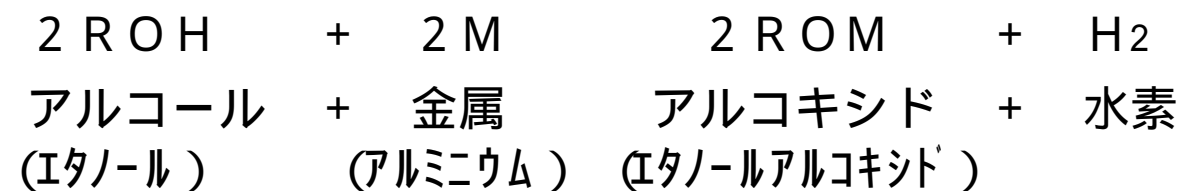
1. アルミニウムの腐食の例

(1) 異種金属接触腐食



- 水の混入により促進する。

(2) アルコールによる金属腐食の例



- 水の混入により抑制される。
- 高温になるほど反応速度は上昇する。

2. アルミニウムの耐食性

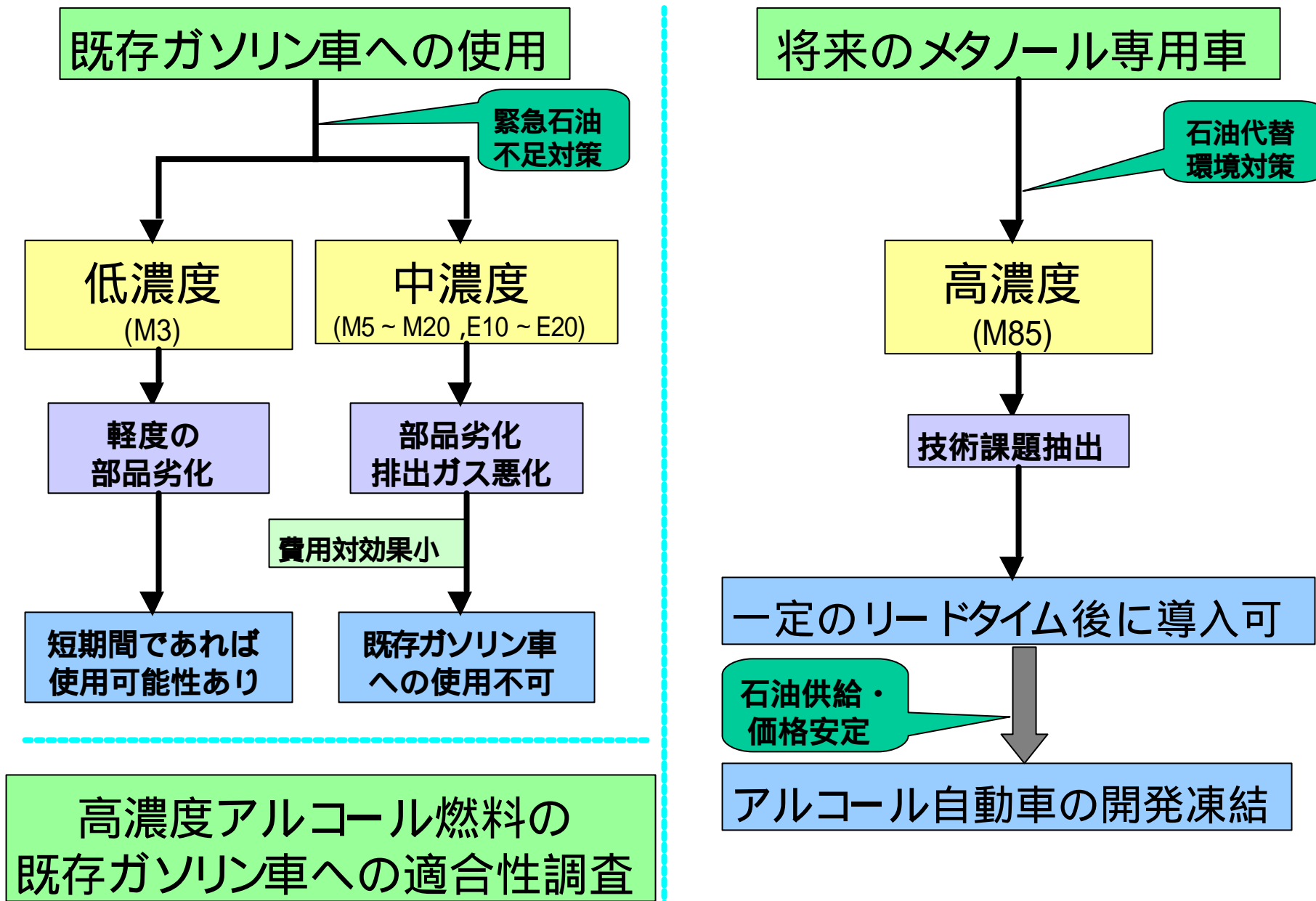
- ガソリン 耐食性は良好
- メタノール 腐食性あり
- エタノール 腐食性あり

出典 化学大辞典 (共立出版)
理化学辞典 (岩波書店)
アルミニウムハンドブック (軽金属協会)

過去に実施したアルコール含有燃料の
調査研究の内容と結果について

JARI

アルコール燃料の実用化に関する実用性評価研究



アルコール混合ガソリンの既存ガソリン車への適合性調査

1.目的

- アルコール混合ガソリンの既存ガソリン車 (無調整、無改造)への適合性を明らかにする。

2.調査内容

- 試験車両 :四輪自動車のべ102台、二輪自動車 30台
- 燃料 :メタノール3%(M3)、メタノール5%(M5)、15%(M15)、20% (M20)
エタノール10%(E10)、20% (E20)

3.調査結果 (表 2~ 表 5)

- 排出ガス規制値を越える車両 (26件 / 102台)
- 運転性悪化 (26台 / 29台)、始動性悪化 (37台 / 55台)
(運転性 加速時のもたつき、アイドル安定性等)
- 燃料系統部品の不具合 (134件 / 40台)
(金属材料の腐食、ゴムの硬化亀裂、インジェクター流量低下、燃料残量警告灯の異常など)

4.まとめ

- メタノール5 ~ 20%、エタノール10 ~ 20%混合ガソリンの現用ガソリン車への使用は、排出ガスや耐久性 信頼性等に問題を生じた。
- メタノール3%は、排出ガスは問題なかったが、燃料系の不具合が発生する可能性がある。

(昭和55 ~ 62年通商産業省の委託を受け、JARIが調査)

アルコール混合ガソリンを既存のガソリン車へ使用した場合の不具合

	10および11モード排出ガスの不具合		分解調査における部品・材料の不具合	
	初期	3万km耐久後		
M3	0件 / 22台	?	57件 / 22台	(33,800 ~ 50,000km走行後)
M5	2件 / 16台	1件 / 3台	9件 / 3台	(29,000 ~ 55,000km走行後)
M15	4件 / 16台	5件 / 4台	41件 / 9台	(29,000 ~ 55,000km走行後)
M20	5件 / 16台	?	?	
E10	4件 / 16台	0件 / 3台	27件 / 6台	(29,000 ~ 55,000km走行後)
E20	5件 / 16台	?	?	

(表 2~ 5からJARI作成)

高濃度アルコール燃料の既存ガソリン車への適合性調査

1.目的

高濃度アルコール含有燃料を**既存ガソリン車**に用いた場合の問題点を明らかにする。

2.調査内容

- 試験車両 :四輪自動車 5台、二輪自動車 1台
- 燃料 :エタノール (40 ~ 70%)、イソプロパノール (50 ~ 70%)
イブタノール (50 ~ 60%)、市販高濃度アルコール燃料
- 調査項目 排出ガス試験
浸漬試験 (金属、ゴム、樹脂 (第一ステップとして50 で実施))

3.調査結果

- 一酸化炭素 (CO)、炭化水素 (HC)は減少
- 窒素酸化物 (NOx)は増加、規制許容限度を超えるものもある
- アルデヒド排出量の増加
- 燃料の組合せによっては、金属、ゴム、ナイロンへの影響あり

4.調査のまとめ

- ガソリン車にアルコール混合比率の大きい燃料を用いると、自動車燃料系統の材質劣化や運転性への悪影響等により、トラブルを伴う可能性がある。

(平成12年通商産業省の委託を受け、JARIが調査)

表1 アルコール系燃料の影響

		エタノール			イソプロパノール			イソブタノール			
性状試験		蒸留性状T50で、混合率10% , 25%がJIS規格外									
排出ガス		車両A		車両B		車両A		車両B		車両A	
10・15モード	CO										
	THC										
	NOx	x				x				x	
11モード	CO										
	THC										
	NOx	x				x				x	
浸漬試験		FKM	HNBR	NBR	FKM	HNBR	NBR	FKM	HNBR	NBR	
ゴム	質量変化	x	x	x	x	x			x		
	体積変化	x	x	x	x	x		x			
	引張試験	x	x		x	x			x		
	伸び試験	x		x	x		x	x		x	
	硬さ試験					x			x		
		ナイロン		ポリエチレン		ナイロン		ポリエチレン		ナイロン	
樹脂	質量変化	x			x			x			
	体積変化	x			x			x			
	引張試験										
	伸び試験							x			
	曲げ試験										
	衝撃試験	x			x			x			
金属	錆	混合率50%で亜鉛メッキ , 亜鉛 , ターンシートに錆発生					混合率50%でターンシートに錆発生				

x :ベースガソリンより悪化
 25%混合まで悪化、50%混合で良好
 25%混合まで良好 ,50%混合で悪化

(平成12年通商産業省の委託を受け、JARIが調査)

高濃度メタノール燃料専用車のフリートテスト

1.目的

高濃度メタノール燃料 (M85) を**試作メタノール自動車**に用いてフリートテストを行い、M85の利用に関する技術・経済性判断のためのデータを蓄積する。

2.調査内容

- 試験車両 試作メタノール車 32台
- 燃料 :メタノール85%(M85)
- 評価項目 排出ガス、部品・材料の適合性、燃費、運転性、耐久性

3.調査結果

- 運転性は、車両が正常であれば問題なし。一部車両で高温運転性の問題あり
- インジェクタや気化器の不具合により排出ガス悪化 (不具合時を除くと許容限度満足)
- インジェクタの流量変化、燃料レベルゲージ、燃料ポンプの不良等の問題あり
- 材質の変更等により耐メタノール対策の目処を得た。

4.調査のまとめ

- メタノール自動車の実用化の目処を得た。

(昭和63年～平成11年通商産業省の委託を受け、一部をJARIが調査)

アルコール含有燃料の特性等について (まとめ)

1. 一般的特性

- 高オクタン価であり火花点火エンジンに適している
- 低公害燃料としてのポテンシャルがある (アルコール専用車に用いた場合)
- 発熱量が小さいため、燃費が悪い
- 蒸気圧が低いため、冷間時の始動性に問題あり
- 金属の腐食など燃料系統材料の問題あり
- 石油代替燃料の可能性あり

2. アルコール専用車の開発

- メタノール自動車の実用化の目処を得た。
- 現在は、エネルギー政策や社会ニーズの観点から開発を凍結している。

3. アルコール燃料を既存のガソリン車に使用した場合の影響

- メタノール5～20%、エタノール10～20%混合ガソリンを既存ガソリン車に使用すると、排出ガスや耐久性・信頼性等の問題を生じる。
- 材料の種類によっては、金属の腐食、ゴムの膨潤等により燃料漏れや始動性・運転性悪化が懸念される。
- 一酸化炭素 (CO)、炭化水素 (HC) は減少するが、窒素酸化物 (NO_x) は増加する。
- 低蒸気圧による冷間始動性悪化、発熱量が低いことによる運転性の悪化が懸念される。

表2 アルコール混合燃料を既存のガソリン車に使用した場合の問題点

		M5	M15	M20	E10	E20	まとめ		
実車試験	法規制適合性	初期性能	排出ガス	許容限度を超える車両数 (10E-ド) 1台/16台(NOx) (11E-ド) 1台/16台(NOx)	許容限度を超える車両数 (10E-ド) 1台/16台(NOx) (11E-ド) 3台/16台(NOx)	許容限度を超える車両数 (10E-ド) 1台/16台(NOx) 1台/16台(HC) (11E-ド) 3台/16台(NOx)	許容限度を超える車両数 (10E-ド) 2台/16台(NOx) (11E-ド) 2台/16台(NOx)	許容限度を超える車両数 (10E-ド) 2台/16台(NOx) (11E-ド) 3台/16台(NOx)	メタノール、エタノールの差異は無く、アルコール混合率の増大ともなっており、HC、NOx、アルデヒドは増加、COは変化なし、あるいは減少の傾向が強い。
		燃料蒸発量	ベースガソリンに比べて、1~2倍	ベースガソリンに比べて、1~12倍 (2倍以上1台/11台)	ベースガソリンに比べて、1~16倍 (2倍以上3台/11台)	ベースガソリンに比べて、1~2倍	ベースガソリンに比べて、1~2倍	メタノールの場合、混合率の増大で、増加傾向あり。エタノールの場合の変化は小さい。	
		3万キロ耐久	排出ガス耐久	3万kmおよび10万km(推定)で許容限度を超える車両数 (10モード) 1台/3台(10万、HC) (11モード) 0台/3台	3万kmおよび10万km(推定)で許容限度を超える車両数 (10モード) 1台/4台(3万、NOx) 2台/4台(10万、NOx) 1台/4台(3万、CO) (11モード) 1台/4台(3万、NOx)	-	3万kmおよび10万km(推定)で許容限度を超える車両数 (10モード) 0台/3台 (11モード) 0台/3台	-	M15で極端に悪化する車両あり、原因はフューエルインジェクタ目づまりによる。E10ではアイドル不安定。M5では冷間加速時の運転性悪化および始動性悪化。メタノール、エタノールとも、特に吸気系に堆積物多い。
	実用性	初期性能	低温運転性 (低温始動性)	ベースガソリンに比べて、始動性の悪化する車両の数 5台/11台(最大時間比1.3)	ベースガソリンに比べて、始動性の悪化する車両の数 8台/11台(最大時間比1.23)	ベースガソリンに比べて、始動性の悪化する車両の数 8台/11台(始動不能1台)	ベースガソリンに比べて、始動性の悪化する車両の数 6台/11台(始動不能1台)	ベースガソリンに比べて、始動性の悪化する車両の数 10台/11台(始動不能1台)	いずれのアルコール混合ガソリンでも始動性の悪化する車両あり。ただし、悪化の度合は始動不能の車両を除き2倍以下。
		高温運転性 (ペーパーロック、バークレーションの発生)	始動不能 2台/11台 加速不能 4台/11台	始動不能2台/11台 (M5と同一車両) 加速不能1台/11台	始動不能2台/11台 (M5と同一車両) 加速不能6台/11台	始動不能なし 加速不能なし	始動不能なし 加速不能1台/11台	メタノールの場合、混合率の増大ともなっており、始動性、加速性の悪化が著しい。	
		常温運転性 (加速性、ドライバビリティ)	走行時不具合 5台/6台 アイドル不安定 1台/6台 始動性悪化 1台/6台	走行時不具合7台/7台 アイドル不安定1台/7台 始動性悪化0台/7台	走行時不具合 3台/3台 アイドル不安定 0台/3台 始動性悪化 0台/3台	走行時不具合 8台/10台 アイドル不安定 1台/10台 始動性悪化 0台/10台	走行時不具合 3台/3台 アイドル不安定 1台/3台 始動性悪化 0台/3台	加速性は各燃料で変化なし。ドライバビリティは混合率の増大とともに悪化。	
	一般走行	実車試験	フィルターキャップ溶着 1台/2台	キャブレターに燃料のにじみ発生1台/1台 フロントレベル低下1台/4台 フューエルポンプ故障1台/4台	-	フューエルポンプ故障1台/1台 フューエルフィルタのつまり1台/1台	-	燃料部品に不具合発生。(フューエルポンプ、キャブレター、フィルターキャップ)	
	省エネ	初期性能	燃料消費 (10モード km/L)	ベースガソリンに比べて、0~8%の悪化	ベースガソリンに比べて、0~11%の悪化	ベースガソリンに比べて、0~16%の悪化	ベースガソリンに比べて、0~7%の悪化	ベースガソリンに比べて、0~12%の悪化	アルコール混合率の増大とともに悪化大。
	部品試験	短期強制劣化試験	金属系材料	黄銅、アルミ、亜鉛メッキ、鉄に錆発生、メッキ剥離(20件)	M5と同様の現象(26件) クロメート変色など(8件) 計(29件)	-	黄銅、鉄、アルミ錆発生など(11件)	-	錆発生。メタノールではメッキ剥離、変色する。
			樹脂系材料	ナイロンの強度低下、変形、変色、接着剤の強度低下、剥離など(10件)	ナイロンの強度低下、変形、変色、接着剤の強度低下、剥離など(14件)	-	ナイロンの強度低下、変形、変色、接着剤の強度低下、剥離など(8件)	-	強度低下、変形、接着剤の接着強度低下、溶解あり、メタノールの影響大
ゴム系材料			ホース類、ダイヤフラム等の膨潤、重量変化など(9件)	ホース類、ダイヤフラム等の膨潤、クラックの発生あり(15件)	-	M5と同様の現象(6件)	-	膨潤による重量変化、強度低下によるクラック発生、メタノールの影響大	
部品劣化			キャブレター吐出量変化 フューエルポンプ作動不良 フューエルフィルタエレメント剥離 フューエルインジェクタ流量低下	キャブレター作動特性変化(大) フューエルポンプ作動不可 フューエルフィルタ、フューエルインジェクタ等の劣化が激しい	-	キャブレター作動特性変化(小) フューエルポンプ作動不良 フューエルフィルタエレメント剥離	-	燃料供給系に異常が観察される。	

(昭和55~62年通商産業省の委託を受け、JARIが調査)

表3 アルコール混合燃料を既存のガソリン車に使用した場合の部品・材料の問題点

不具合発生部品,材料	M5(調査車両3台)	M15(調査車両9台)	E10(調査車両6台)
燃料給油口パイプ	-	内面に赤錆(1台)	同左(1台)
燃料給油口キャップ	パッキン材の変形・溶解(1台)	-	-
燃料タンク	腐食(2台)	腐食(5台)	腐食(3台)
燃料レベルゲージ	金属部の腐食,ニクロム線のほつれ,ガスケット膨潤(2台)	同左(3台) 金属部の腐食(1台)	金属部の発錆(2台)
燃料ホース	-	クラック(3台)	クラック(2台)
燃料パイプ	-	メッキ部腐食,変色(5台)	同左(5台)
燃料ポンプ	-	メッキ部腐食(2台) ダイヤフラムにしわ(1台)	腐食(1台)
燃料フィルタ	ケースとカバーの変形、変色、ろ紙の離脱、目詰り(1台)	ケースの変形,軟化,変色(1台) ろ紙の離脱(1台) ろ紙の目詰り(1台)	ろ紙の目詰りあるいは変色(5台)
燃料圧力レギュレータ	-	ダイヤフラムの硬化(1台)	-
気化器	Oリング硬化(1台)	Oリング硬化、パイロットスリュー部へスラッジ付着(1台)、パッキン材の膨潤(1台)、腐食(3台)、フロートに亀裂(1台)	腐食(2台) フロート変色(1台) フロート室に沈澱物(1台)
インジェクタ	内面腐食(1台)	先端部に付着物(1台)	-
燃焼室	スラッジ多い(1台)	同左(2台)	同左(1台)
ピストン	-	リングランド,スカート部汚れ大(1台)	-
ピストンリング	-	汚れ大(1台)	摩耗大(1台)
吸排気弁	-	吸気弁デポジット多い(1台)	同左(1台)
吸気ポート、マニホールド	-	デポジット多い(1台)	-
クランクシャフト	-	発錆(1台)	-
クランクケース	-	ワニス付着大(1台)	-
カムシャフト	-	発錆(1台)	-
マフラ	-	-	メインマフラ腐食(1台)

(昭和55～62年通商産業省の委託を受け、JARIが調査)

表4 アルコール混合燃料(メタノール3% ;M3)を
既存のガソリン車に使用した場合の部品の耐久性、信頼性調査結果

(全供試車両22台)

調査期間		昭和59年4月～昭和60年3月	昭和60年4月～昭和61年3月	昭和61年4月～昭和62年3月	昭和62年4月～昭和63年1月
走行距離(累積)		8,100～13,100km (平均10,700km)	17,600～26,500km (平均22,600km)	27,000～42,000km (平均33,000km)	33,800～50,000km (平均42,100km)
調査部品	調査方法	調査結果	調査結果	調査結果	調査結果
フューエルフィルターキャップのパッキン	外観観察	特に異常なし	特に異常なし	特に異常なし	特に異常なし
フューエルフィルターホース	内視鏡による観察	同上	同上	同上	同上
フューエルフィルターパイプ	同上	同上	同上	同上	同上
フューエルタンク	同上	腐食の面では特に異常なし	溶接部分に腐食がみられた (本文中写真2.8-1)	溶接部分に腐食がみられた (本文中写真2.8-1)	同左
フューエルホース	外観観察	特に異常なし	特に異常なし	特に異常なし	特に異常なし
フューエルフィルタ(気化器用)	同上	同上	同上	同上	同上
フューエルレベルゲージ	走行中にトラブル発生	同上	燃料残量警告灯消灯せず(1台,走行距離20,000km,1年10か月),原因はセンサーの絶縁不良	同左(1台,走行距離28,000km,2年7か月)原因は同左	同左(走行距離44,000km,3年7か月および走行距離44,000km,3年8か月の2台)
気化器および燃料噴射系	同上(運転性悪化)	同上	気化器チョークバルブ・負圧コントロール用オリフィスに目詰りが発生し,チョークバルブの作動に異常をきたした(1台,走行距離20,500km,2年1か月)。	センターインジェクションのインジェクターの異物付着による弁気密性低下(30,000km,2年7か月)フューエルプレッシャレギュレータおよびパルセイションダンパーのダイヤフラムにクラック発生(30,000km,2年7か月)	-
エンジン各部の摩耗	潤滑油中の金属元素分析	同上	潤滑油中の鉄,鉛,の各金属成分の増加が多い車両が各台ずつ存在した。	潤滑油中に鉛の成分が多い車両が存在した。	同左

(昭和55～62年通商産業省の委託を受け、JARIが調査)

表5 M3燃料の影響によると思われる不具合発生状況

部品	項目
フューエルフィラパイプ(2台)	内面に白錆および一部に赤錆(1台)、入口部に赤錆(1台)
フューエルタンク(5台)	一部に赤錆(2台)、ロアシェル深絞り部にメッキ層の表面荒れ、剥離(1台)白錆発生(1台)、溶接部に錆あり(2台)
フューエルセンダゲージ(6台)	残量警告灯が点灯し放し(3台)、フランジ下面に白錆(3台)、フレーム一部赤錆(1台)、コンタクトプレートに若干の摩耗発生(2台)
フューエルパイプ(4台)	内面の銅メッキ部が酸化され一部に鉄錆発生(4台)
フューエルホース(6台)	内面ゴムに硬化亀裂発生(アルコール添加による燃料のサワー化の影響と推定)
コールドスタートインジェクタ用パイプ(1台)	点錆
燃料噴射用フューエルポンプ(2台)	配線の被覆はがれ発生(2台)
気化器用フューエルポンプ(2台)	ダイヤフラムの燃料面にクラック発生(1台)、大気との接触部に赤錆、オイルとの接触部に異物付着(1台)
フューエルフィルタ(5台)	エレメントのろ紙接着剤の劣化が大きい(4台)、樹脂類の変色(1台)
プレッシャーレギュレータ(4台)	ダイヤフラムの燃料面に微小クラック発生
バルセーションダンパ(2台)	ダイヤフラムの燃料側にはがれ
フューエルインジェクタ(3台)	流量特性低下あり(3台)
気化器(1台)	ゴム部品多少硬化気味
吸・排気弁(3台)	バルブフェースのへこみ(1台)、吸気弁にカーボンデポジット若干多い(2台)
吸気ポートおよびマニホールド(2台)	カーボンデポジット多い
燃焼室(2台)	カーボンデポジット若干多い
ピストン(2台)	頂面にカーボンデポジット若干多い
シリンダボア(1台)	下部の非摺動面に赤錆
ベアリング類(1台)	ケルメットが一部銅層および裏金部まで摩耗
オイルパン(1台)	内面に赤錆の付着あり
点火プラグ(2台)	くすぶり気味(2台)カーボンデポジット若干多い(2台)

(昭和55～62年通商産業省の委託を受け、JARIが調査)

資料 8 - 3 - 1

南アフリカでのアルコール混合 燃料による不具合事例

社団法人 日本自動車工業会

南アフリカ共和国でのアルコール燃料に起因する不具合('84)

経緯

- 南アではエネルギー政策のため、80年代前半から石炭から合成したアルコールを約10%ガソリンに混合して使用開始した。

不具合状況

- デリバリーパイプ、キャブレターの腐食により燃料漏れ発生。
- アルコール混合燃料使用地区のみで、約1000~10000台に数件発生を確認。
 - 不具合に至らない腐食はさらに多く発生していると推定できる。
- 腐食は局部的。

不具合品調査結果

- 腐食生成物はアルミの化合物主体。
- 燃料には、従来米国、ブラジルなどで使用されているエタノール以外のアルコールが含まれている。
- 燃料には、アルコール分が合計10%含まれており、組成は後述の通り、種々のアルコールが含まれている。

南アフリカSASOL社見解

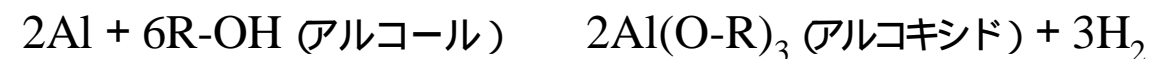
- アルコールとアルミの直接反応による“ドライコロージョン”が原因。

再現試験結果

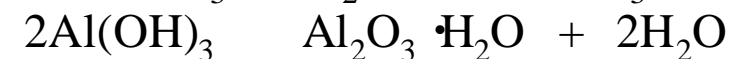
- ・南アフリカと類似の組成のアルコール10%混合ガソリンでアルミの腐食発生を確認。
- ・水酸化アルミ $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、水素、プロパン (炭化水素ガス：下記6R-H相当)を検出。
- ・使用環境温度の影響もあることが判明。
- ・エタノール10%以下で発生しにくい。(米国での実績もある)
- ・有鉛ガソリン(当時の南アのガソリンは有鉛)では発生し易い。

推定メカニズム(化学反応)

- アルコールとアルミの直接反応 (南アフリカSASOL社とほぼ同じ見解)
- 再現試験の生成物などから反応式は以下の様に推定



アルコキシドは不安定なためすぐに分解する。



特徴 水素、炭化水素ガス発生、水酸化アルミ生成

南アフリカ共和国でのアルコール燃料性状 (抜粋)

N=2

w t%	原料アルコール		ガソリン中組成	
エタノール	67.8	67	6.5	5.6
iPA	4.9	4.8	0.8	0.6
nPA	9.5	9.4	1.7	1.2
sBA	2.3	2.3	0.3	0.1
iBA	3.6	3.5	N.D.	N.D.
nBA	11.8	11.6	0.3	0.2
3M-BA	0.9	0.9	N.D.	N.D.
他	2.0	1.9	N.D.	N.D.
アルコール含有量合計			9.6	7.7

注

iPA: イソプロピルアルコール

iBA: イソブチルアルコール

nPA: ノルマルプロピルアルコール

nBA: ノルマルブチルアルコール

sPA: セカンダリーブチルアルコール

3M-BA: 3メチルブチルアルコール

アルコール混合ガソリンでの再現試験結果

		有鉛ガソリンベース		無鉛ガソリンベース	
vol%	エタノール	7	7	15	7
	プロパノール	2	3	0	2
	ブタノール	1	0	0	1
腐食		発生	発生	無し	無し

試験条件
 密閉容器にアルミ
 と燃料を封入し
 70 で最大100Hr

アルコールのみでの試験結果

試験開始10Hr以内にすべてのケースで水素発生により容器内圧上昇

vol%	エタノール	100	60
	プロパノール	0	25
	ブタノール	0	10
腐食レベル		腐食	腐食大

その後の対応：

南アフリカの**エネルギー特殊事情**を勘案し、アルコール混合燃料使用継続を前提にSASOL社と対策協議。

その結果、

SASOL社 金属腐食防止添加剤を使用。

自動車メーカー：南ア向けのみ特別な表面処理を施した自動車を導入。

得られた知見：

1. エタノールは現在米国、ブラジルなどで使用されている濃度範囲では、アルミとの直接反応は起こりにくい。
2. 南アフリカの経験から今回市場で問題が生じた原因は、アルミとアルコールの直接反応と推定される。
3. エタノール以外のアルコールで濃度が高い場合は使用環境によりアルミの腐食が起こる危険性が高いと思われるので、アルミ部品を燃料系に使用している車には使うべきではない。

資料 8 - 3 - 2

MTBEの国内導入経緯

財団法人 エネルギー総合工学研究所報告書に基づく

社団法人 日本自動車工業会

資料中の補足説明は、自工会が経緯を補足したもので報告書には記載されていない。

MTBE導入に関する調査報告書 (概要)
通商産業省資源エネルギー庁委託調査 平成3年6月
(財団法人 エネルギー総合工学研究所)

目的：

国際的な石油製品流通の拡大による我が国輸入ガソリンへの混入の可能性等を踏まえ、MTBE導入に係わる技術的検討を行う。

欧米においては、混入比率に制限を設けていることから、燃料系統の材料への影響、高温運転性への影響、排出ガスへの影響等を実施し、混入比率の影響評価を実施。

補足説明

MTBEとは：

メチルターシャリブチルエーテルの略。多くある含酸素基材の1つであり、オクタン価が高いこと、比較的他材料への影響が少ないこと等から自動車用燃料としての可能性が検討された。

試験項目

ガソリン品質への影響試験

自動車の燃料系統に使用されている材料への影響試験

自動車の高温運転性に与える影響試験

自動車の低温運転性に与える影響試験

自動車排気ガス浄化装置の耐久性への影響試験

自動車排気ガスに与える影響試験

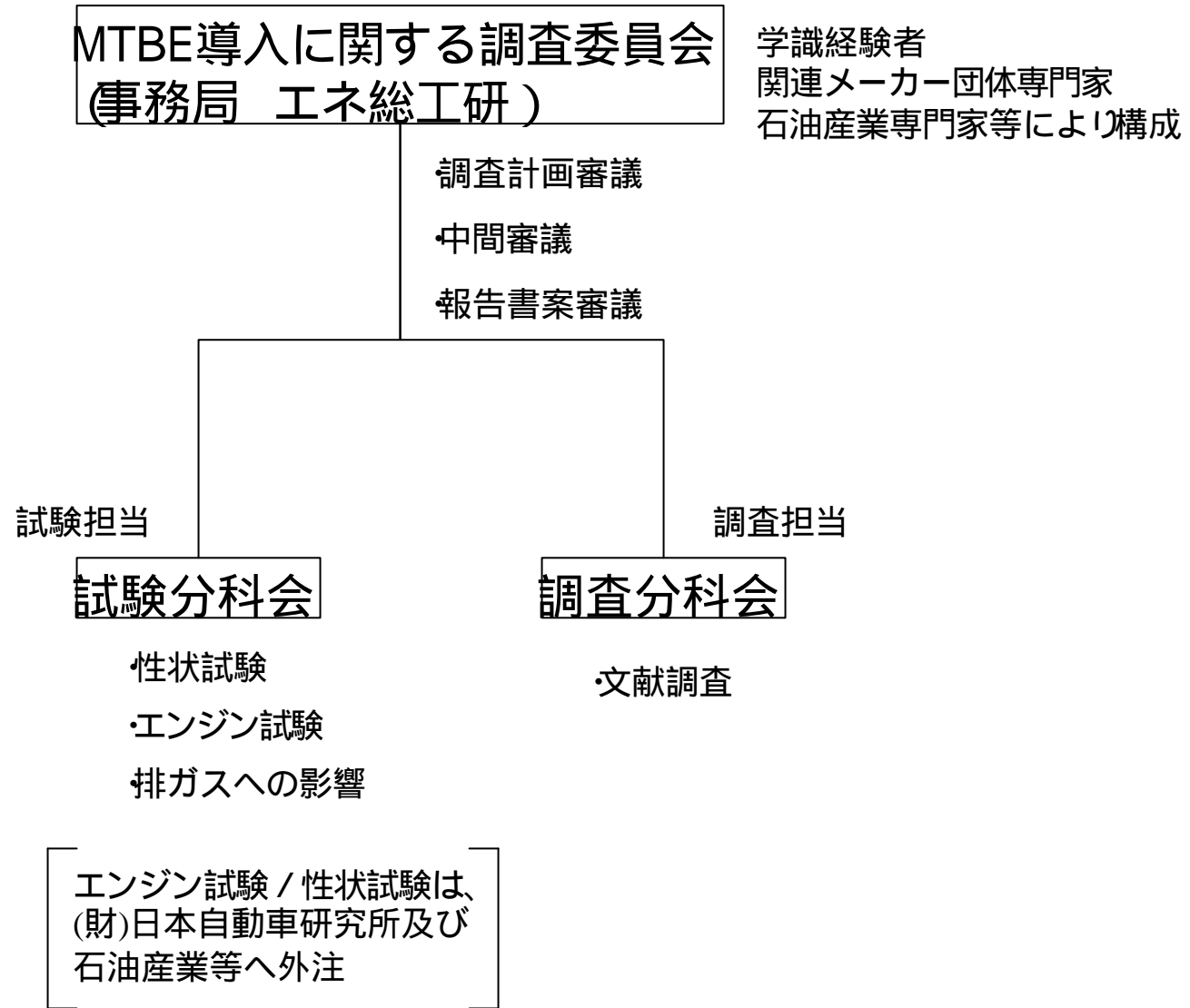
MTBE混入量については、5、7、10、15vol%とした。

補足説明：

これらの試験項目、内容については専門家間で事前に議論をした後、MTBEの物性を考慮し優先順位を付け決定した。

従って、他の新燃料導入の際には試験内容について再度議論の必要がある。

調査体制



試験内容、結果概要

ガソリン品質への影響試験

ベースガソリンとして、レギュラー、プレミアムを用い、オクタン価、蒸気圧、密度、酸化安定性、実在ガム、貯蔵安定性、混合安定性などの評価実施
通常ガソリン基材と同等の扱いができ、15%混合でもJISを満足するガソリンが製造可能であることが確認された。

自動車の燃料系統に使用されている材料への影響試験

ゴム(3種類)、プラスチック(2種類)、金属(8種類)を燃料浸漬試験実施。
MTBEが15%以下であれば物性への影響は認められるものの、概ね大きな影響のない結果であった。(フッソゴムの特性に若干変化が見られたが10%程度までは影響ない)

補足説明 :MTBEについては、金属との特異な反応はないとの知見があったため、通常の浸漬試験のみとした。

自動車の高温運転性に与える影響試験

10台の各社代表的自動車を用い、評価モードは米国で決められている標準的な試験法を用いて35℃で実施した。
MTBE10%混合では燃料の影響も認められたが、大きな差ではなかった。

自動車の低温運転性に与える影響試験

6台の各社代表的自動車を用い、MTBEの揮発特性から、アイシング(エンジン内部での気化潜熱による氷結)の可能性があったため、5℃、湿度90%で実施した。

MTBE10%混合では問題なかった。

自動車排気ガス浄化装置の耐久性への影響試験

3車種4台で運輸省(当時)「自動車車両保安関係通達」で規定されている耐久試験モードで2万km、1万5千km走行で実施した。(MTBE:7%、10%の2種類)

MTBE10%で触媒性能が低下傾向を示した車両があった。

補足説明:この結果から、MTBEの使用上限は国内では7%とすることとなった。

自動車排気ガスに与える影響試験

影響が最も懸念されたので、各種排気ガス浄化システムの自動車28台で実施した。

O₂センサー付き車では試験燃料の範囲では大きな影響なかったが、O₂センサーのない車ではNO_xが増加傾向にあった。(MTBE:5-15%で試験)

補足説明:プレミアム仕様車はほとんどO₂センサー付きの自動車であり、問題ないと判断され、石油メーカーは自主的にMTBEの使用はプレミアムガソリンに限定する事となった。

MTBE導入に関する評価

MTBEの導入は、国際的な動向を踏まえたガソリンのオクタン価基材の多様性の観点から必要と考えられる。この際、その混入比率の上限については、これまでの試験結果及び海外の導入状況を含む文献調査の結果から、MTBE 7vol%以下の混入は技術的には問題ないと考えられる。

一方、7vol%を超えるMTBEの混入の影響については、排気ガス浄化装置の耐久性に与える影響を中心として更に試験データを蓄積したうえで評価を行うことが必要と考えられる。

補足説明 :自動車会社としては、上記確認だけでは十分とは言えない面も有るので、各自動車会社でMTBE7%混入について問題ない事を確認した。
自動車会社はそれ以降の新型車について、このような燃料で問題ないことを確認して市場へ導入している。

海外におけるアルコール含有燃料の 使用実態及び規制実態

JARI

米国における含酸素燃料の規制と使用実態

EPA基準 酸素含有率2.7%

単位vol% :

	メタノール	エタノール	MTBE	ETBE	備考
ウェイク	-	10 (ガソール)	-	-	酸素含有率3.5wt%
	-	-	15	-	酸素含有率2.7wt%
	メタノール+TBA (メタノールは混合物の50%を超えないこと)				酸素含有率3.7wt%
	5vol%メタノール+2.5%vol%溶剤 (エタノール、プロパノール、ブタノール)+腐食防止剤				酸素含有率3.7wt%
実態 '00冬	0	11.1	13.3	0	最大
	0	0.2	0.2	0	最小
	0	9.44	7.37	0	平均
実態 '00夏	0	10.2	14.1	0	最大
	0	0.2	0.2	0	最小
	0	8.92	7.44	0	平均

基準超 :17/839

TBA ターシャリブチル アルコール MTBE メチル ターシャリ ブチル エーテル ETBE エチル ターシャリ ブチル エーテル

出典 :Automotive Fuels Reference Book, 2nd Edition, SAE R-151

ECにおける含酸素燃料の規制と使用実態

単位 vol%

	メタノール	エタノール	イソプロパノール	イソブタノール	TBA	エーテル		その他	備考
						MTBE	ETBE		
規制値A	3	5	5	7	7	10		7	酸素含有率2.5wt%
規制値B	3	5	10	10	7	15		10	酸素含有率3.7wt%
実態 '00夏	0.14	0.62	-	-	0.19	15.25	9.05	-	最大
	0.01	0.21	-	-	0.01	0.02	0.08	-	最小
	0.05	0.45	-	-	0.05	5.37	3.09	-	平均
実態 '01冬	0.08	0.18	-	-	0.95	15.25	6.95	-	最大
	0.01	0.06	-	-	0.01	0.03	0.23	-	最小
	0.03	0.12	-	-	0.11	4.68	1.62	-	平均

基準超 2/334

メタノール 相溶剤が必要
エタノール 相溶剤を入れた方がよい

規制値A 加盟国の認可レベル
規制値B 必要に応じて認可できるレベル
(給油器にラベル貼付)

欧州における含酸素燃料の規制

- フランスではアルコール、ケトンの混入を禁止
 - エーテル :15% (MTBEもしくはETBE)
 - エタノール、TBAその他の残存物の混入限度:1%
- スウェーデン :酸素含有率 2.3 ~ 2.7% (2001.1.1)
- フィンランド :酸素含有率 2 ~ 2.7%

WWFCによる提案

国際調和に向けた望ましい燃料品質についての日米欧自動車メーカーの提案

- 酸素含有率上限 2.7%
 - 先行する各国の規制で10%までのエタノール混入が認められている場合は他の性状がWWFCの要件を満たしていること
- 高級アルコール (炭素数2を超える) 混入限度 :0.1%
- メタノールは使用禁止

WWFC :World Wide Fuel Charter

海外の動向調査 中間まとめ

- **米国** :EPAがCAA(1999)でRFGの使用を義務化
 - オゾンの環境基準未達、かつ汚染状況が最悪な地域に適用
 - 酸素含有率2.7%以下 :含酸素燃料としてはアルコール、エーテル等が規定されており、メタノールは含まず
- 上記以外の複数の特別提案に対し、EPAが承認(ウェイバー)
- 市場調査結果 エタノール、MTBEが検出されたが、MTBEは規制値を満足、エタノールは839サンプル中17サンプルが規制値超

- **EC指令** :単一アルコール及びエーテルの使用を許可
- **EC指令と異なる基準を規定** フランス、スウェーデン、フィンランド
- 市場調査結果 MTBE、ETBE以外の成分はほとんど含まれていない
MTBEは334サンプル中2サンプルが規制値超

EPA :環境保護局

CAA : Clean Air Act

RFG :Reformulated Gasoline