

© 1989 ISIJ

## 解 説

アルコール系燃料の自動車エンジンへの  
利用技術の現状

金 栄 吉\*

## Status on Alcohol Utilization Technology for Automobiles

Eikichi KIM

## 1. ま え が き

第1次石油ショック以降、自動車用石油代替燃料として、アルコール燃料、とりわけメタノール燃料に対する期待が持たれ、米国、スウェーデン、西ドイツ、カナダ、ニュージーランド、日本およびブラジル等において、各種のフィジビリティ調査（以下F・S）<sup>1)~4)</sup>が進められている。

F・Sとしては当初、オートタイプのガソリン車に対して、メタノール（5%~20%中濃度混合率）の利用がまず対象として取りあげられ、西独、スウェーデン等のスカンジナビア半島、米国、ニュージーランドおよびわが国においてフリーテスト（数多くの車両について、同時におこなう実走行テスト）が実施された。その後しだいに、純メタノール（ニート）および高濃度混合利用に調査の重点・関心が移ってきた。ニートおよび高濃度利用法について、西独、米国のカリフォルニア州エネルギー委員会（CEC）、米国連邦政府エネルギー省（DOE）、スウェーデン等においてフリーテストが実施されている。現在、最も精力的な調査を行つているCECは、ガソリンおよびメタノールの両燃料が使用できるフレキシブルフューエルビークル（FFV）にも期待している。

ディーゼルタイプのメタノール自動車のF・Sについては、メタノールはセタン価が低く、圧縮着火エンジンに不向きなため、圧縮着火をアシストする方法、軽油火種でメタノール噴霧を着火・燃焼させる二燃料噴射法等の基礎的な燃焼技術の開発から着手された。石油ショック以降、省エネルギー技術の開発等もあり、石油需給関係は良好な状態が維持され、当面、逼迫する見通しも少ないことから、メタノール燃料に対してはしだいに石油代替燃料の探索より、むしろ、低公害燃料としてのメリットに、より大きな期待を持つ例が多くなつてきている。CEC、米国連邦政府環境保護庁（EPA）においてはオゾン対策の一環とし、わが国の運輸省・環境庁において

はトラック・バスのNO<sub>x</sub>低減対策の一環として、メタノール燃料により大きな関心を寄せている。

中国においても、メタノール生産、メタノール燃料の利用技術開発等について、日本に対して少なからぬ期待を寄せている。

本稿では、メタノール燃料の利用に対してフィジビリティ調査が比較的進んでいるオートタイプメタノール自動車の内外フィジビリティ調査の動向と利用技術開発の現状について、材料問題にもふれて概説し、参考に供したい。

## 2. 海外の動向

1973年10月、第1次石油ショック以降、石油に替わる自動車用石油代替燃料の探索が開始された。メタノールの自動車燃料としての利用の試みは、スウェーデン、西独および米国等において比較的早い時期から開始され、各種の調査・開発研究およびフィジビリティ調査が進められた。

スウェーデンにおいては王立科学技術アカデミーの指導のもとに、1975年、スウェーデンメタノール燃料公社（SMAB）が設立され、1976年3月、ストックホルムにおいてメタノール燃料に関する第1回国際シンポジウムが開催された。その後おおよそ1年半ごとに、場所を変えて開催し、1986年10月、第7回（パリ）に至つている。

1988年11月には、わが国において第8回が開催される。メタノール燃料に関する調査並びに利用技術に関する研究がSMABを中心に進められ、すでに15%メタノール混合ガソリン（M15）に関するフリーテストを終了し、1984年7月よりニートメタノール車20台のフリーテストを実施している。

西独においては、研究技術省（BMFT）の指導のもとに1974年から調査を開始し、1979年、BMFTメタノール燃料開発導入プログラムが策定された。プログラムの

昭和63年7月5日受付（Received July 5, 1988）（依頼解説）

\*（財）日本自動車研究所 研究主管（Japan Automobile Research Institute, Inc., 2530 Karima Tsukuba 305）

Key words: review; feasibility study; otto type methanol; engine; fuel system materials.

一環として、1979年から3か年計画でM15（メタノール15%混合ガソリン）およびM100（メタノールに5~10%の低沸点分を混入した燃料）燃料に関するフィジビリティ調査が実施された。1000台を超えるM15燃料用工場新造車がテストに供試され、さらに、80台のM100燃料用のメタノール自動車も追加された。M15燃料の第1次フィジビリティ調査はすでに終了しており、調査の重点はM100燃料に移っている。現在300台のM100専用車を対象に第2次調査が継続実施されている。

米国においては、国家エネルギーに関する研究開発総括部署として、1977年DOEが設立され、代替燃料実用化プログラム（AFVP）および国家アルコール燃料プログラム（FAAP）を設定した。

FAAPの長期的目標ではニートアルコールエンジンに関する資源・燃料・エンジンシステムの最適化を挙げているが、短期的目標で、ガソリン/アルコール低濃度混合燃料のエンジンへの使用への可能性を模索した。すなわち、低濃度混合燃料のフィジビリティ性を確認するため、1979年末から4か年計画で、10%エタノール混

合ガソリン車、10%メタノール混合ガソリン車、1000台によるフリートテストが米国全土を6区域に分けて実施された。

アルコール燃料の長期目標については、レーガン政権のDOE政策とも関連し、大幅な進展は見せていないが、現在DOEのオークリッジ等の各研究所において、改造車による地道な調査研究が進められている。

昨今、米国においては、アルコール燃料プログラムの推進役は、DOEから既にカリフォルニア州政府とそのエネルギー委員会（CEC）に移ってきている。

CECは自動車用燃料の多様化による燃料供給の増大ならびに大気浄化、保安を目標としたカリフォルニア州メタノールプログラム（CSMP）を策定した。

CSMPの一環として、まずニート利用のオートタイプメタノール自動車による一連のフリートテスト、フェーズI、II、IIIおよびフォードエスコート車500台によるフリートテストが行われた。このフリートテストの現状は図1に示すごとく、小規模ユーザフリートテスト（リミテッドコマーシャルデモンストレーション）の段階に至っている。

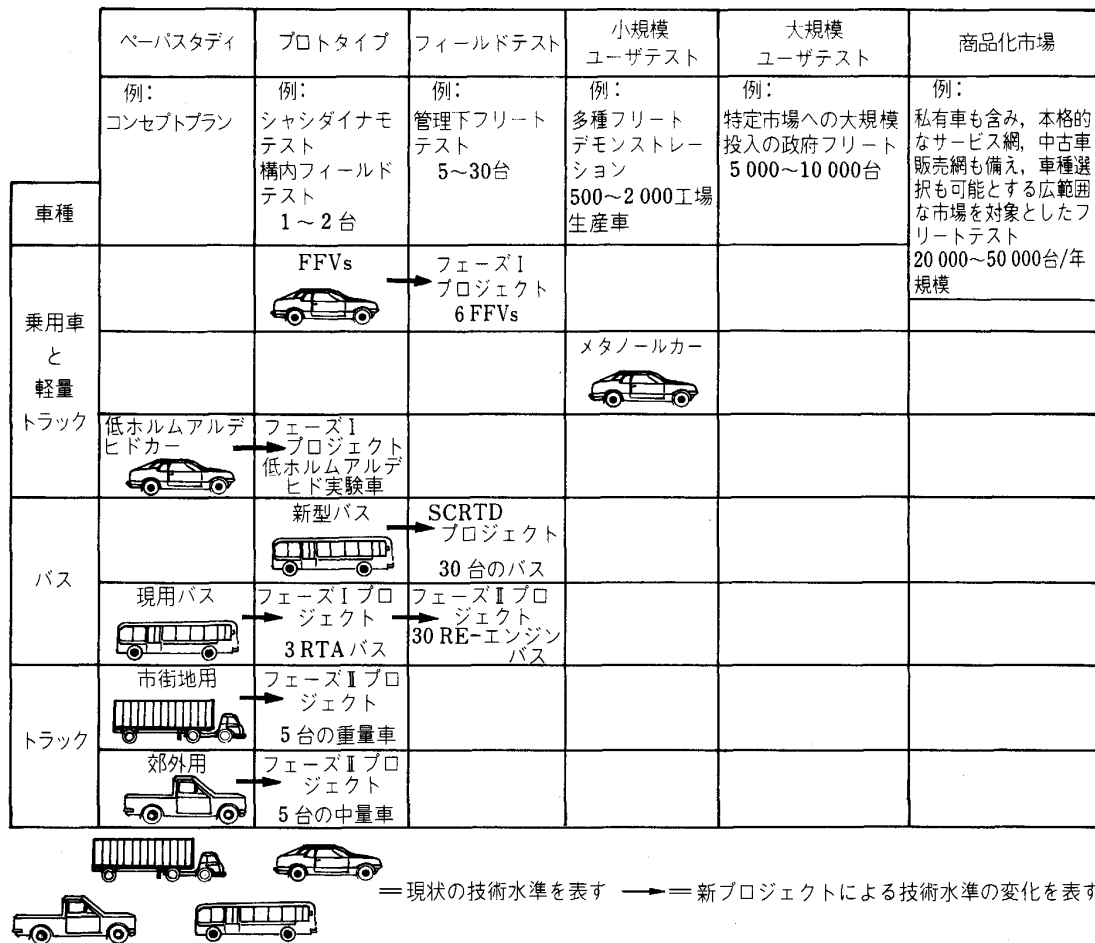


図1 米国カリフォルニア州エネルギー委員会（CEC）の自動車用メタノール燃料開発導入、フィジビリティ調査の現状

オートタイプメタノール自動車に対する関心は、メタノール燃料の供給性に関連して FFV (Flexible Fuel Vehicles) に向けられている。それは、普及を図るにはまずメタノール燃料の供給性の良否が影響を与えると判断したためである。

また、CEC のメタノール燃料の利用に関する関心は、オートタイプの F・S が進展するにつれ、大都市環境に比較的大きな影響を与えるディーゼルタイプのバス、トラックへの利用にも向けられてきている。

### 3. わが国の動向

#### 3.1 通産省・資源エネルギー庁のメタノール燃料の利用に関する F・S<sup>56)</sup>

通産省においては、昭和 54 年度の第 2 次石油ショック以後、下記の施策が実施され、一部は現在も継続されている。

##### 3.1.1 メタノール燃料に関する中濃度混合利用および低濃度混合利用に関する F・S

昭和 54 年、エネルギー源としての石油代替燃料について用途別の政策指針、新燃料油が策定された。輸送機関用、自動車用新燃料油としては、石炭液化油、オイルシェールおよびアルコール燃料等が候補としてとりあげられた。

昭和 55 年度からは 3 年計画で、アルコール燃料と石油製品 (ガソリン・軽油) との中濃度混合利用に関する F・S が、自動車業界、石油業界等関連業界の協力のもとに実施された。

すなわち、現用自動車 (ガソリン車;ディーゼル車) に、何ら手を加えず、5~20% メタノール混合ガソリン、10%~20% エタノール混合ガソリン、5~10% メタノール混合軽油、5~10% エタノール混合軽油を用いた際の適合性についての調査であり、その結果、これらの中濃度の混合燃料を使用した際には、車両により、燃料系統部品の適合性、高温運転性および排ガス規制への適合性、高温運転性および排ガス規制への適合性等に不具合が見出され、部品交換への再調整を必要とするなどのデメリットが比較的大きいことが判明した。

昭和 58 年度からは、調査の重点を、これら低濃度混合利用の際の現用自動車の耐久性評価におき燃料系統部品の腐食の影響についての F・S が現在も続けられている。

##### 3.1.2 高濃度混合利用に関する F・S

昭和 60 年 7 月、資源エネルギー庁内の研究会が「新エネルギー導入ビジョン」を取りまとめた。この中では従来の施策にもとづいて、蓄積された技術開発の成果を総括し、経済性の評価等、今後のメタノール燃料導入に係る実現可能性を展望し得る状況にある内燃機関用メタノールなどが具体的な検討対象とされた。

内燃機関用メタノール分科会において、自動車燃料用

メタノールについて、下記のフィジビリティ調査の指針が示された。

- イ 導入に向けての展望の提示
- ロ 望ましい利用形態の提示
- ハ 燃料規格・表示等の品質確保策
- ニ 長期実験の実施

オートタイプメタノールエンジン車の開発と並んで、流通設備の耐久性、燃料の変質、流通上の安全、防災確保、環境影響評価等導入に向けて早急に解明すべき事項は多く、国はそのための所要の実験を行う必要がある。これらの調査・研究は計画的に、かつ、関係業界で行う実験との無用な重複を回避するため、関係業界と十分に調整した上で行われるべきである。

また、ディーゼルタイプメタノールエンジン車についても、基礎的な共通課題が多く残されており、国としても研究開発をさらに推進していくことが望まれる。

##### ホ 税制等制度の整備

上述の新エネルギービジョン研究会の提言を踏まえ、自動車燃料メタノールの、開発導入のための調査・研究について、図 2 に示す長期的な実験スケジュールが策定された。

調査・研究課題は次の 3 課題に大別される。

- (I) オットータイプ (II) ディーゼルタイプ (バス)
- (III) その他: (イ) 未燃メタノールおよびアルデヒドの測定法 (ロ) 排出ガスの環境影響 (ハ) 法規制, 需給, 海外動向および導入プログラム

オートタイプについては昭和 60 年度から以下の手順で調査・研究が進められた。まず、燃料供給サイドの安全性および自動車サイドの低温始動性等の面から、高濃度混合燃料について仕様、規格を定め、それにもとづいて、オートタイプメタノールエンジン車の開発および燃料供給設備の耐久性、燃料の変質等についての研究がなされている。昭和 63 年度からは開発されたプロトタイプメタノール車による専門家の管理下におけるフリーテストが開始される。(III) の未燃メタノール、アルデヒドの測定法の開発調査は、フリーテストに合わせ、進められる。車両およびオイル開発は自動車メーカーおよび石油メーカーにおいて実施される。

ディーゼルタイプメタノールエンジン車については、オートタイプに比較し、技術開発がむずかしいこと、開発研究が遅れている現状に鑑み、要素研究から着手し要素研究の結果を踏まえ、車両開発を実施する。車両開発、オイル開発は、オートタイプ同様、各メーカーで実施される。ディーゼルタイプメタノール車 (プロトタイプ) の走行実験は 65 年度から実施される予定である。

図 2 の自動車燃料メタノールの実験スケジュールは現在、(財)石油産業活性化センターにおいて推進が図られている。昭和 63 年度からは、オートタイプ試作車 12 台で筑波学園都市内において管理下フリーテストを実

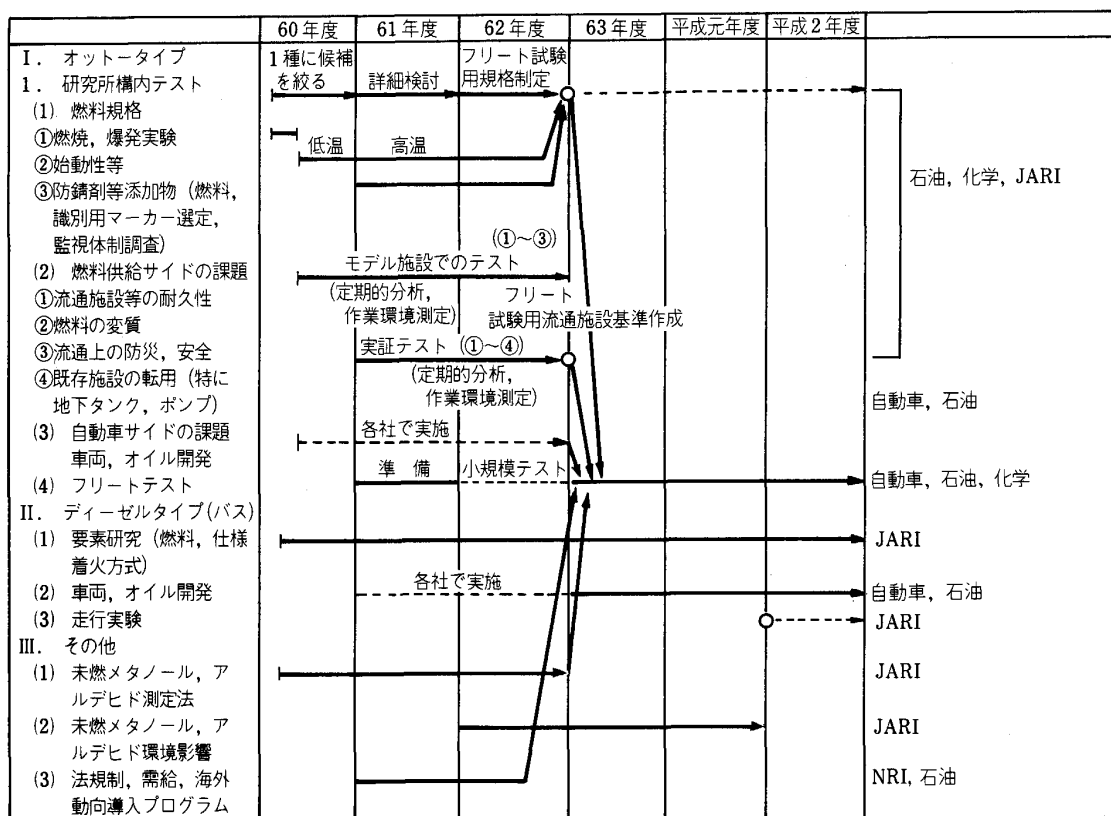


図 2 通産省・資源エネルギー庁自動車用メタノール燃料開発導入, フィジビリティ調査に関する長期実験スケジュール

施すべく準備が進められている。

3.2 運輸省のメタノール自動車導入施策<sup>7)</sup>

運輸省においては、自動車の排ガス低減対策、特に大都市幹線道路におけるトラック、バスの NO<sub>x</sub> 排出量を低減させることおよび自動車用燃料の多様化への一環として、次の施策を実施している。

① メタノール車導入に係わる諸問題についての調査 ((財)運輸経済研究センターに委託)

② メタノールトラックの市内走行試験(フリートテスト)の実施(都トラック協会会員の運送事業者 18 社による。昭和 61 年 12 月より)現在、東京地区においては、ガソリンエンジンベースのメタノール自動車 15 台、ディーゼルエンジンベースのメタノール自動車 20 台計 35 台のフリートテストが行われており、大阪においても昭和 62 年 8 月以後、メタノール自動車 10 台を用いたフリートテストも開始されている。

3.3 環境庁の低公害車普及策

環境庁においても、大都市における自動車排ガス低減策の一環として、電気自動車のみならず、メタノール車に対しても大きな期待を持ち、普及策の具体化を模索している。

3.4 国際エネルギー機関 (IEA) におけるアルコール燃料に関する共同研究<sup>8)</sup>

1974 年 11 月 OECD 理事会において、国際エネルギー機関 (IEA : International Energy Agency) の設立が決定された。それに伴って IEA にはエネルギー研究開発委員会 (Committee on Energy & Development : CRD) を設け四つの活動を始めた。エネルギーの R & D の共同事業もその一つである。共同事業の一つとして、最終用途ワーキングパーティー (WP) が設けられており、1984 年 12 月には、米、カナダ、スウェーデン、ニュージーランド、イタリアおよび日本の間で自動車用アルコールおよびアルコール混合燃料の基本協定が結ばれた。日本からの正式参加は 1985 年 6 月からであり、通産省指定の新エネルギー総合開発機構 (NEDO) および(財)日本自動車研究所 (JARI) と、運輸省指定の(財)日本自動車輸送技術協会 (JATA) の 3 機関が参加している。

現在までに下記の付属協定 (ANNEX) が結ばれ、国際共同研究が進められている。

ANNEX I : 自動車燃料用アルコールおよびアルコール混合燃料についての技術調査

ANNEX II : 同上技術情報交換

表 1 自動車用メタノール燃料の利用技術の種別とその特徴

主要用途	利用技術区分		利用技術の特徴					備考
			対象となる燃料の諸元	エンジン諸元				
				サイクル	混合気の特徴	燃料の供給法	着火・燃焼方式	
ガソリン代替	ニート・高濃度利用法	均質法 気化器方式 噴射方式 {ターボ NA}	ニートないし、 高濃度アルコール	四サイクル	均質予混合気	気化器方式、マ ニホールド燃料 噴射方式	火花点火	
		層状給気法	同上	四サイクル	層状給気	シリンダ内直接 噴射方式	同上	
	ニート利用・改質法		ニートメタノール	四サイクル	メタノール・改質 ガス予混合気	マニホールド燃 料噴射方式 + NA	同上	
	その他	混合利用	2~15% アル コール混合ガソ リン				同上	
ディーゼル燃料代替	フェミゲーション法	気化器方式 噴射方式	軽油+アルコール (混入率 10 ~60%)	四サイクル	アルコール予混 合気+軽油噴霧	NA+シリンダ 内直接噴射方式	圧縮着火	
	ニアニート利用 法(二燃料噴射 法)	2ポンプ・2インジェクション法 {過予直 室室噴	火種用: 軽油 主燃料: アル コール 軽油代替率 (70 ~95%)	四サイクル	軽油噴霧+メタ ノール噴霧	シリンダ内直接 噴射方式	同上	
			軽油+アルコール (10~50%)	四サイクル	軽油・アルコール 噴霧	同上	同上	
	ニート・高濃度 利用・強制着火 法	スパークアシスト法 {シリンダ 噴射 ガス化予混合 過予直 室室噴	ニートないし、 高濃度メタノール	四サイクル 二サイクル	メタノール噴霧 均質予混合気	同上	圧縮着火+ス パークアシスト オートイグニッ ション+グロー アシスト	
	ニート利用・改質法		同上	四サイクル	メタノール噴霧 +改質ガス予混 合気	シリンダ内直接 噴射方式+NA	圧縮着火+ス パークアシスト	
その他	着火促進添加法 混合利用							

ANNEX III: メタノールディーゼル代替車の現場試験および解析

ANNEX IV: 化石燃料からのアルコール生産技術  
ANNEX I は 1986 年 6 月終了し、II については 1988 年 6 月に終了の予定である。ANNEX I の研究成果が国際的に広く活用されることが期待される。

#### 4. メタノール燃料の利用技術の各種の方法とその開発状況<sup>1)~3)</sup>

メタノールの特性を活かした、各種の利用技術の開発研究が試みられている。

表 1 は、ガソリンエンジンベースおよびディーゼルエンジンベースの利用技術とに大別し、それらの特徴を示したものである。

高濃度メタノール燃料の利用技術のなかで現在、近い将来実用化の可能性高い利用技術は現在のガソリンエンジンと同一の燃焼法を用いているガソリン代替均質法である。

その理由は次のとおりである。(1) メタノールはオクタン価が高く、セタン価が低いことから、ディーゼル

タイプよりはむしろ、オットータイプ向きの燃料である。

(2) 性状がガソリンにより近いことから、従来のガソリンエンジンの利用技術が活用可能である。(3) 圧縮着火燃焼方式のディーゼルタイプには不向きであり、この性状の短所を補うためには、ガソリンディーゼル両エンジンの従来の燃焼法とは異なるあらたな燃焼方式の開発が必要である。(4) (3) の開発に長期間を必要とする。(5) 層状給気法および改質法の開発についても、長期間を必要とする。

ディーゼル用代替燃料の利用技術のうちで、将来性が期待できるのは次の 5 項目である。(1) 二燃料噴射法(2ポンプ・2インジェクション法)(2) スパークアシスト法(3) ガス化予混合法(4) オートイグニッション法(5) 改質法。短期的には二燃料噴射法およびガス化予混合法、中期的にはスパークアシスト法、オートイグニッション法、長期的には改質法が対応可能と推測されている。すなわち、二燃料噴射法は、従来のディーゼルの燃焼技術の延長上にあるもので、ガス化予混合法はオットーに対応するので開発要素が比較的少ない。(4) のオートイグニッション法は 2 サイクルエンジン固有の方

表 2 自動車用アルコール燃料の利用技術に関する研究開発の現状 (G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> および D<sub>3</sub> は現在, 開発の主流となっている方式)

主用途	利用技術区分	研究の種別・開発のステップ					
		I 基礎研究 (エンジンベンチテスト)	II 応用研究 (エンジンダイナモテスト)	III 開発研究 (シャシダイナモテスト)	IV 実地・フリー トテスト	V 商品化研究	
ガソリン 代替	ニート・高濃 度利用	均質法 気化器方式・噴射方式 (ターボ NA)		RICARD	NISSAN, TOYOTA MATSUDA, MITSUBISHI	VW, Ford, GM, MFV, D. Benz	VW, B, Ford, B GM, B
		層状給気法	北大, Ford, PORSCHE	JARI		G <sub>1</sub>	
	改質法	早大, RIT, TOYOTA, WISCONSIN大, TEXAS大, 慶工大・富士重工	NISSAN, SERI, JARI, VW, GM, MATSUDA		G <sub>2</sub>		
	その他	FFV法		PORSCHE	Ford		
ディーゼル 燃料代替	フューミゲ ーション法	気化器方式 噴射方式	日大, WISCONSIN大, RICARD, SWRI, D. Benz, VOLVO, 北大, Cummins				
	ニアート利用 (二燃料噴射法)	2ポンプ・2インジェクション法 (過室 予室 直噴)	北大, JARI JARI, MWM, SWRI, Aachen工大		MWM	JARI, VOLVO Aachen工大・KHD	D <sub>1</sub>
		2ポンプ・1インジェクション法		ISUZU			
	ニート・高濃 度利用・強制 着火法	スパークアシスト法 (シリンダ噴射 ガス化予混合 直噴)				MAN, MFV/ KOMATSU D. Benz GM/DDA JARI	D <sub>2</sub>
		オートイグニッション法					
	ニート利用・ 改質法	ニート利用 フューミゲーション法		JARI 工学院大・小松			D <sub>3</sub>
その他	着火促進添加法	SHELL, D. Benz B, VOLVO					
	混合利用	JARI, NRI, Aachen工大					

法であり、わが国では利用されていないことから、この手法の適応についての期待は小さい。

表 2 は、表 1 に示した各種利用技術の開発状況をオープンデータをベースにとりまとめた結果である。開発状況は内外の開発研究を次の 5 段階に区分して示してある。

①基礎研究 (エンジンベンチテスト) : 単シリンダーエンジンを用い、燃焼法、燃料供給法、排ガス浄化法、潤滑法、始動法等、アルコールエンジンの最適諸元を探索する。

②応用研究 (エンジンダイナモテスト) : 実用機への応用性の検討、ならびに多シリンダーエンジンシステムとしての構築、検討および評価。

③開発研究 (シャシダイナモテスト) : 車輛システムとしての応用性、実用性の検討、車両の動力性能、排気の清浄性、運転性評価。

④フィジビリティスタディ (フリートテスト) : 耐久性、信頼性の確認。

⑤商品化研究 : 市場の要求に合うよう高度の商品性、品質、信頼性および最小のコストで最大の性能を得る(コストパフォーマンス) ための研究。

上述の開発研究の区分では、ガソリン代替のニート・高濃度利用の均質法が、表 2 に示すごとく、先行している。

表 2 で商品化研究の段階に至っているのは、ブラジルのエタノール車のみであり、すでに 300 万台以上が生産され実用に供されている。

メタノール車については、一部フリートテストの段階にあり、カリフォルニア CEC と BMFT のフリートテ

ストには、FORD 社のエスコート車 506 台、VW 社の 40 台が供試された。西独研究技術省 BMFT のフリートテストには、第 1 期 (1979~1983 年) 85 台、第 2 期 (1984~1989 年)、300 台の VW 社および D. Benz 社の工場生産車が供試されている。

わが国については、おおよそ、III の開発研究の段階にあると見て良い。

### 5. メタノール自動車の開発課題

#### 5.1 燃焼系、燃料供給系、排気系の各要素の開発

メタノールは、沸点が 65°C のため、通常、10°C 以下ではエンジン内で気化せず、混合気の形成ができないため、着火、始動しない。ガソリン代替ニート利用・均質法の最大の課題は、この始動性の悪さにある。この難点を解決するために二つの方法が検討されている。一つはメタノールに 5~20% の低沸点分 (イソペンタン、ガソリン等) を混入して用いる方法、他の一つはガソリン、プロパン等の始動用燃料を用い、暖機運転後にメタノールへ切り換える二燃料法である。

西独研究技術省および米国カリフォルニア CEC フリートテストでは、前者のイソペンタン、ガソリン混入法が用いられた。後者の場合は始動システムの開発が必要となる。

メタノールの発熱量は、おおよそガソリンの 1/2 で発熱量の少ない分だけ、燃料の流量を増やす必要がある。したがって、気化器、燃料噴射装置については適正な混合比を保つ流量調整が必要となる。

メタノールのオクタン価は 106 (リサーチ法) と高く、圧縮比を 11~16 程度まで高めることができるので燃料

に適した燃焼室を開発することによつて熱効率の向上が期待できる。

メタノールは気化潜熱が大きいので、気化し難く、エンジンを始動させる際およびエンジンが十分暖機される間は、特に混合気の形成が妨げられ、不安定燃焼が起こりやすい。すなわち、エンジンがスムーズに吹き上がらないし、シリンダーごとおよびサイクルごとに燃焼がばらつき、アイドルも不調になりやすい。その結果、燃費、アルデヒド、未燃メタノール等の排ガス組成および運転性が損なわれやすくなる。これらの不具合が生じないようにするためには、吸気マニホールドの受熱面を大きくするなど吸気系の改善が必要である。

メタノール混合気は、表面着火が起きやすいので、圧縮比を高めた際には、冷え型のより熱価の高い点火プラグとする必要がある。

メタノールはガソリンに比べ、燃焼速度(層流)が30%程度速い。そのためシリンダー内の火炎伝ば速度も速くなり、負荷・回転速度の運転条件に対する最良点火時期の特性が変わる。したがって、ディストリビュータの点火進角特性も、メタノール混合気に適した調整・開発が必要である。

## 5・2 材料の適合性<sup>9)</sup>

金属材料、樹脂、ゴム材料、エンジン燃料に対する耐食性、耐久性はガソリンとメタノールとでは大きな差異がある。従つて燃料と直接触れる材料はすべて、耐メタノール材に変更する必要がある。

### 5・2・1 金属材料

水分、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>はメタノールに比較的溶けやすく、それらの含有量により、金属材料の腐食、劣化の程度は大きく変化する。

低炭素鋼、鋳鉄を除く鉄系、アルミニウム系および亜鉛系の金属材料はメタノールによつて、腐食を受ける。低炭素鋼、鋳鉄は比較的腐食が少なく、アルコール製造設備では古くより一般に用いられているようである。

亜鉛および亜鉛合金は大気中においては、比較的良好的耐食性を示すが、メタノール液中では比較的腐食を受けやすく、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>を溶存している場合には、さらに腐食は増幅する。

アルミニウムおよびその合金も、水に対しては比較的耐食的であるが、CO<sub>2</sub>を溶存し酸性度が高まると腐食されやすくなる。メタノールに対しては、メタノールがO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>を吸収しやすいので腐食を受けやすい。しかしメタノールに0.2~0.5%の水分を添加すると腐食され難くなる。

マグネシウムおよびその合金は、アルミニウムと同様の耐メタノール性を有する。銅、黄銅、青銅は変色はするが比較的耐食的である。

メタノールに対する耐食性の最も優れた金属はニッケルである。それ故、アルミニウム合金および亜鉛合金へのニッケルめつきは、メタノール腐食の有効な対策になる。その際、多孔質層を形成する電気めつきより、化学(無電解)めつきの方が優れた特性を示す。

### 5・2・2 非金属材料(樹脂、ゴム)

炭化水素系ポリマーのメタノールに対する耐性は比較的優れている。

天然ゴム、ニトリルゴム、クロロブレンゴム、パーフルオロ炭化水素の一部、フルオロシリコン、ポリエチレン、ポリプロピレン、アセタールゴムなどは少量のガソリン系炭化水素を含む場合でも、メタノール耐性は比較的良好的である。

フッ素系ゴムなどのエラストマーは無水メタノール中で、ある程度の耐膨潤性を示すが、含水メタノール中の場合耐膨潤性は低下する。ポリウレタンは軟化、膨潤しやすい。ナイロン6・6などのポリアミド樹脂は中度の寸法変化と重量増加を示す。ガラス繊維で強化されたポリエステルは、高温(50°C以上)においては縁部で離層しやすい。

金属材料、エラストマー、および樹脂材料の適合性に

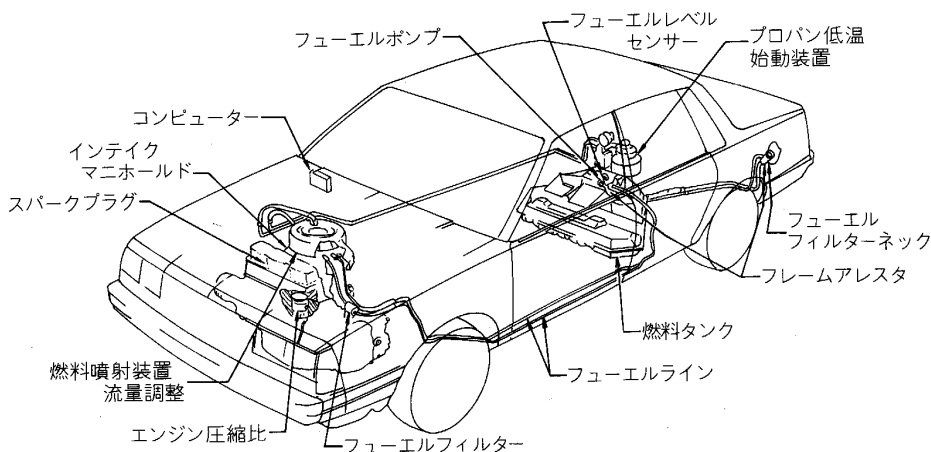


図3 ガソリン代替オートタイプメタノール自動車の開発例(GM社、ガソリンエンジンベースに、主要な開発・改造箇所を示す)





表 3-2 わが国におけるガソリン代替オートマトン自動車研究開発の現状

開発場所	フィジビリティスタディの現状	燃料仕様	エンジン諸元	燃焼系	主要開発・改善箇所(モディファイケーション)		排気系	潤滑系	開発調査結果(性能と排気、課題)	備考
					システム機能変更	燃料供給系 材料, 材質変更				
トヨタ自動車(株)	プロトタイプ車の開発フェーズI (フェーズII, III)	M100(I) M 85(II) (III)	1982 Cressida 直6, 2800(I) 直4, 2000(II) 直4, 2000(III) 直4, 1600(III)	<ul style="list-style-type: none"> <li>圧縮比10.6冷型プラグプロセッサード理論A/F, I</li> <li>同(部分負荷II)</li> <li>同(リターンA/F, III)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料方式(ガソリン)(I)</li> <li>マルチポイントインジェクション(I, II)</li> <li>同上(同期型, III)</li> <li>インジェクタ(ボール型)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>材料変更(II)フェューエルインジェクタ; ニックケルめつき</li> <li>燃料タンク; ステンレスまたは非電解ニックケルめつき</li> <li>フェューエルポンプ(ブラシなしインテック型); ニックケルめつき</li> <li>フェューエルフィルター; ニックケルめつき</li> <li>フェューエルホース; ニトリルゴム(改善)</li> <li>フェューエルデリバリーパイプ; 非電解ニックケルめつき</li> </ul>	3元触媒方式(O <sub>2</sub> , センサー, EGR, II), 酸化触媒方式(リーンスセンサー, III)	<ul style="list-style-type: none"> <li>オイルおよび耐摩耗材の開発(今後必要)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フェーズIの課題</li> <li>インジェクタはボール型インジェクタの対応で可</li> <li>フェーズII</li> <li>同上課題を解決し, US 1986規制をクリアしながら, 5.3%燃費改善</li> <li>フェーズIII</li> <li>NOxを0.9g/mile 燃費90%改善</li> </ul>	I; 1982/4 ~ 1984/7 Sweden II; 1983/10 ~ TOYOTA III; 1982/9 ~ 1985/1 (同上)
日自動車(株)	プロトタイプ車の開発	M100(I) M 85(II) (III)	水冷4サイクル E13 EGI 直4, 1270, 半球型	<ul style="list-style-type: none"> <li>圧縮比9.0を11.0に変更</li> <li>冷型型プラグ特性変更</li> <li>アイスクラブリュウ</li> <li>EGI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ターボ過給混合気の希薄化(<math>\lambda=1.6</math>)</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>下記のターボ過給のメリットを裏証</li> <li>NAに対し約60%の出力向上(10モト)</li> <li>約15%の燃費向上(10モト)</li> <li>高圧縮比化, 希薄化ターボ過給化により, 排気を規制値以下に抑え, かつ低燃費, 高出力(21並み)達成</li> </ul>	1982~	
マツダ(株)	プロトタイプ車の開発	M100(I) M 85(II) (III)	水冷4サイクル 直4, 1500	<ul style="list-style-type: none"> <li>圧縮比9.0を11.8に</li> </ul>			3元触媒方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃費はエネキニー消費率でみておおよそ同等</li> <li>出力はわずかに向上</li> <li>排気の清浄性は良好(LA-4) g/mile 0.45/UBF, 2.69/CO, NOx/0.08</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃費はエネキニー消費率でみておおよそ同等</li> <li>出力はわずかに向上</li> <li>排気の清浄性は良好(LA-4) g/mile 0.45/UBF, 2.69/CO, NOx/0.08</li> </ul>	
三菱(株)	プロトタイプ車の開発	M100(I) M 85(II) (III)	水冷4サイクル 直4, 1597 4C32型, 気化器仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>圧縮比8.5を12.0に</li> <li>点火プラグ熱価9でどの冷型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料分配の改善(吸気ポートの形状, 気化器ベッチャリ)</li> <li>燃料方式(ガソリン)(I)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料タンク</li> <li>フェューエルポンプ</li> <li>フェューエルラライン</li> <li>気化器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>酸化触媒</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>磨耗対策</li> <li>シリカ焼入れ, シリカ焼入れ, グレキ処理</li> <li>カムシャフト, ロックアップ, 表面処理材料変更(セラミック)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>最高出力14%, 最大トルク13%の向上</li> <li>部分負荷燃費率24%の向上</li> <li>最高速, 加速性能, 燃費改善</li> <li>エネキニー燃費率34%の改善</li> <li>排ガス, 国内ガソリン規制クリア</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>課題:</li> <li>燃費</li> <li>始動性</li> <li>燃料添加剤</li> <li>インジェクション</li> <li>エネキニー燃費</li> <li>実用性材料の開発</li> </ul>
日本メタノール(株)	小規模ユーザフレイトテスト, 昭和61年12月~15台	M100	三菱デリカ水冷, 4サイクル直4, 1597気化器仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>高熱価プラグに変更</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料方式(ガソリン)始動補助タンク(改善)</li> <li>燃料気化器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料タンク; 非電解ニックケルめつき</li> <li>フェューエルパイプ; ステンレスに変更</li> <li>気化器; 本体ニックケルめつき</li> </ul>	3元触媒方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタノール用オイル使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スタート, 新車時の排ガス清浄性(10モト)の結果(10モト) g/km CO, 0.02/HC, 0.13/NOx</li> </ul>	

については、使用条件、長期使用の中でコストパフォーマンスなども配慮し選択することが必要である。

### 5.3 エンジンの摩耗と潤滑

ガソリン代替燃料のニート・利用均質法の中でエンジンの始動性と共に大きな課題は、エンジンの、摩耗と潤滑に関する課題である。エンジンの生命は性能とその耐久性、信頼性にある。摩耗・潤滑の良否はエンジンの耐久性、信頼性のみならず、エンジンシステムとしての可否に直接関係する。

メタノールエンジンの摩耗要因として、シリンダー壁における蟻酸とその酸化物の生成の関与が指摘されており、摩耗の機構の解明とその防止法の開発が望まれる。

## 6. ガソリン代替メタノール自動車の開発の現状

メタノール自動車は水素自動車・ガスタービン車等の将来自動車にくらべ、レシプロエンジンの既存技術ならびに製造設備等を活用できるメリットがある。

ガソリンエンジンをベースにメタノール自動車を開発、改造する際の開発対象箇所を GM 社の例をとりあげて図 3 に示す<sup>10)</sup>。

表 3-1 は海外 3 社のメタノール自動車の開発状況であり、表 3-2 はわが国の開発状況を示す。これらはオープンデータをベースに整理したものである。

## 7. む す び

わが国の自動車用石油代替燃料としてのメタノール燃料に関するフィジビリティ調査は、通産省資源エネルギー庁の指導のもとに、(財)石油産業活性化センターに

おいて、(財)日本自動車研究所ならびに自動車業界、石油業界等関連業界の協力のもとに、昭和 60 年度から行われている。昭和 63 年度は、筑波学園都市内において、ガソリン代替オートタイプメタノール自動車 12 台のフリートテストが予定されている。ディーゼルタイプメタノールエンジンについても、同様に最良な燃焼法・エンジンを求めて、要素研究が行われ、ディーゼル自動車メーカーにおいても開発研究が続けられている。トラック、バス分野へのメタノール自動車の開発導入は、大都市における自動車排ガス浄化の面から強い期待が持たれている。これらの社会的期待に応えるためのディーゼルタイプメタノール自動車の管理下の実走行テストが平成 2 年度以降に予定されている。

昭和 63 年 11 月には、第 8 回アルコール燃料に関する国際シンポジウムがわが国で開催される。数多くの成果を期待したい。

## 文 献

- 1) 金 栄吉: エネルギー総合工学, 10 (1987 年 10 月) 3, p. 44
- 2) 金 栄吉: 大気汚染学会誌, 22 (1987) 5, p. 311
- 3) 金 栄吉: PETROTECH, 8 (1985) 11, p. 1025
- 4) 金 栄吉: 機械振興, 20 (1987 年 9 月) 9, p. 38
- 5) 金 栄吉: 自動車工業, 22 (1988 年 2 月), p. 16
- 6) 後藤芳一: エネルギー総合工学, 10 (1987 年 10 月) 3, p. 23
- 7) 徳永 泉: 自動車工業, 22 (1988 年 2 月), p. 22
- 8) 竹下宗一: エネルギー総合工学, 10 (1987 年 10 月) 3, p. 29
- 9) 新エネルギー総合開発機構, IEA・自動車燃料用アルコール及びアルコール混合燃料協定に基づく国際協力活動及び研究開発の現状 (1986 年 6 月), 6 章-p. 37, 8 章-p. 82
- 10) R. A. POTTEN: Preprints of 4th Washington Conference on Alcohol (1984 年 11 月)