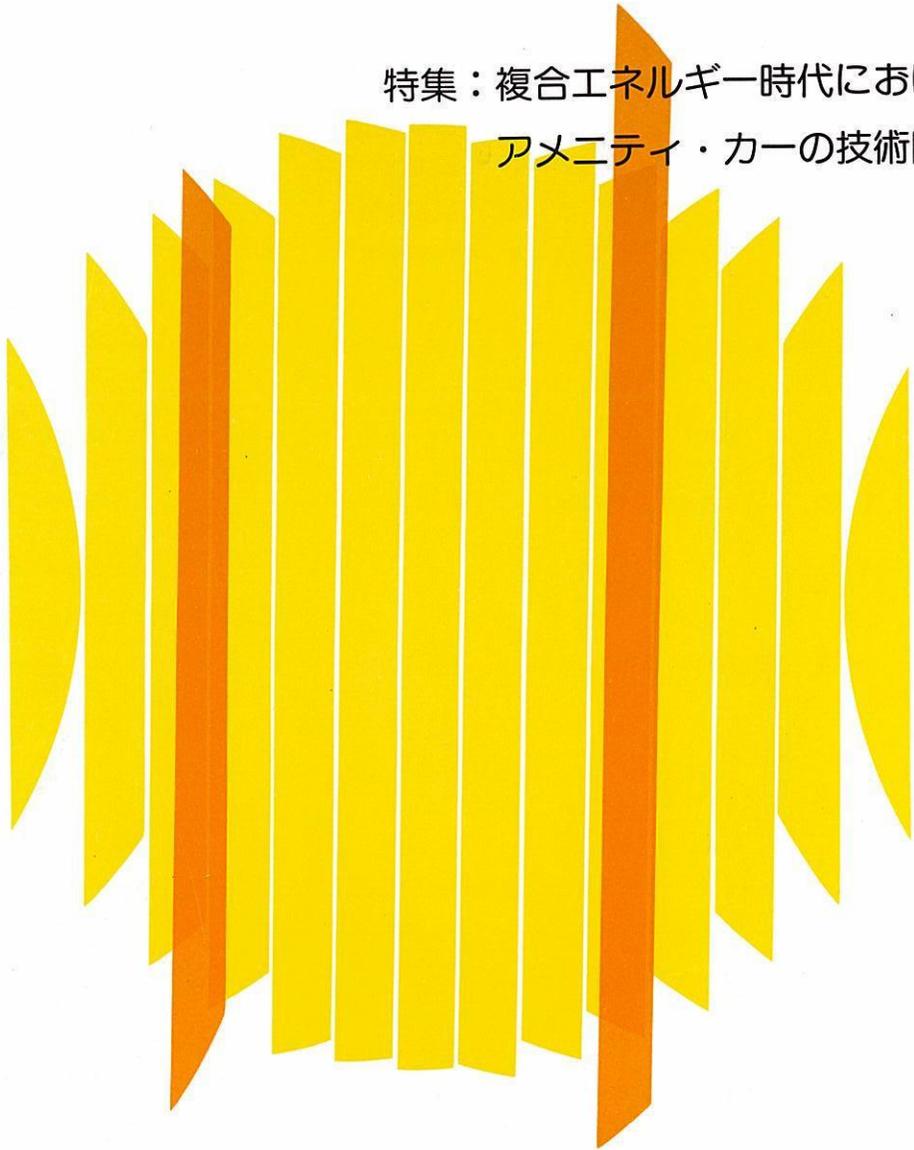


季報 エネルギー総合工学

Vol. 10 No. 3 1987. 10.

特集：複合エネルギー時代における
アメニティ・カーの技術開発



財団法人 エネルギー総合工学研究所
THE INSTITUTE OF APPLIED ENERGY

目 次

第7回 エネルギー総合工学シンポジウム

複合エネルギー時代におけるアメニティ・カーの技術開発

昭和62年7月14日（火） 於日本工業倶楽部2階大会議室

司会 プロジェクト試験研究部長 山崎 宗重
座長（午前） 主管研究員 高倉 毅
座長（午後） 専務理事 越川 文雄



開会のあいさつ	理事長 山本 寛	3
来賓のあいさつ	通商産業省機械情報産業局自動車課長 中川 勝弘	6
天然ガス自動車		
1 国内外の開発普及状況		
.....	(財)エネルギー総合工学研究所研究員 蓮池 宏	8
2 CNG自動車の試作		
.....	東京ガス㈱企画部技術企画グループ課長 格 秋元 実	15
メタノール自動車		
1 メタノール自動車の導入に係る論点と課題等について		
.....	資源エネルギー庁省エネルギー石油代替 エネルギー対策課計画班長 後藤 芳一	23
2 IEA国際協力の現状		
.....	新エネルギー総合開発機構 アルコール・バイオマス技術開発室主査 竹下 宗一	29
3 石油産業活性化センターにおける研究開発		
.....	(財)石油産業活性化センター常勤理事 丹羽 鼎	35

4	メタノール自動車の研究開発動向		
	.....	(財)日本自動車研究所研究主管	金 栄 吉.....44
	質疑応答		60
電気自動車			
1	現状と将来展望		
	.....	通商産業省機械情報産業局	
		自動車課技術班長	稲 垣 謙 三.....62
2	海外における開発普及動向		
	.....	(財)エネルギー総合工学研究所主任研究員	橋 詰 正 三.....66
3	我が国の電気自動車動向		
	.....	日産自動車(株)産業機械事業部	
		国内販売部開発営業課長	川 越 迪.....76
	質疑応答		80
4	電池技術研究開発の動向		
	.....	工業技術院大阪工業技術試験所	
		無機機能材料部電池研究室長	高 橋 祥 夫.....82
5	コミュニティビークルの集中利用システムの開発		
	.....	(財)日本電動車両協会研究部長	斉 藤 豊太郎.....89
6	新電気利用交通システムの将来像に関する調査研究		
	.....	東京電力(株)技術開発本部開発計画部副長	前 川 務.....99
	質疑応答		111
電気自動車の研究開発等のあり方について (提言)			
	.....	電気自動車に関する懇談会	..... 113
水素自動車			
1	国内外の研究開発状況		
	.....	工業技術院機械技術研究所	
		エネルギー機械部主任研究官	浜 純..... 116
	質疑応答		130
	閉会のあいさつ	常務理事	柴 田 誠 一..... 131
❖ ❖ ❖ ❖ ❖			
	研究所のうごき		133

開会のあいさつ

理事長 山本 寛

私はエネルギー総合工学研究所の理事長の山本でございます。きょうは、朝早くから暑いところをご参集いただきまして、ありがとうございます。

私どものエネルギー総合工学研究所は、毎年一回、私どもが調査研究をいたしております事柄に関連した課題を取り上げまして、シンポジウムを開催してまいりました。今回がその7回目に当たるわけでございますが、きょうは複合エネルギー時代におけるアメニティー・カーの開発をテーマに取り上げた次第でございます。

現代の私どもの生活には、自動車は欠かすことのできないものになっております。そして、それは、私どもの生活や、社会に、プラスの面におきましても、またマイナスの面におきましても、いろんな大きな影響を及ぼし始めております。昨年の末に資源エネルギー庁は、21世紀のエネルギービジョンをまとめまして、現在を複合エネルギー時代の幕開けと位置づけをいたしております。

現在、エネルギー需要の多くの局面で、石油代替エネルギーの浸透が図られ、また浸透してきておりますけれども、輸送部門につきましては、そのエネルギー需要が我が国の全体のエネルギー需要の約15%という比較的高い割合を占めているにもかかわらず、鉄道での電力使用以外は、完全に石油系の燃料に頼っておる状況にありますことは、皆様のご存じのとおりでございます。

この輸送部門における代替エネルギーの使用というのが我が国のエネルギー需要の石油代替エネルギーへの転換という面からみて、現在一番遅れている状況にあるように考える次第でございます。

技術文明の進展とともに、人々の価値観の多様化とか高度化とともに、個人の生活や社会環境の快適さというものへの追求、これをここではアメニティー追求意識と表現した次第でございますが、アメニティーに対する社会の、あるいは人々の追求指向が高まってきておる状況でございます。

エネルギー利用の面からみますと、クリーンエネルギーの使用が、これからはさらに一層進んでまいりましょうし、またそのクリーンエネルギーの技術開発である

とか、あるいはその普及がさらにこれから望まれる時代でございます。

一方、エネルギー資源確保のセキュリティの面からみましても、万一再び石油危機というようなものが起こることがないとも言えませんので、そのようなことを考えますと、全面的に石油系燃料に頼っております輸送関係のエネルギー源を極力ほかのエネルギー源に置き換える努力をいたす必要があろうかと思えます。その方面の研究開発の努力が必要であらうかと考えられる次第でございます。

先ほど申し上げました快適さを追及するということと、石油に代わる輸送用のエネルギーという二つの観点に立ちまして、今日、天然ガス自動車とか、メタノール自動車、電気自動車、あるいはもうすこし将来になるかも知れませんが、水素自動車というようなものの名前があがっております。本日シンポジウムにおきましては、これらのものを取り上げまして、あまり使われていない言葉ではありますが、アメニティ・カーと称した次第でございます。

石油を使います自動車それ自身が、これは現在便利なものでありますけれども、いろいろな面におきまして、とくに石油系燃料を使っているという面からみまして、マイナスの面もあることは皆様ご存じのとおりでございます。

石油系燃料に代るエネルギー源を使いました自動車を使って、社会全体の環境を現在よりさらによくしていきますとともに、車自体につきましても、さらにもっと快適なものをこれから開発していくことができれば、という考えの下に、きょうのこのシンポジウムを企画した次第でございます。

私どもの研究所は、天然ガス自動車につきましては、61年度にNEDOの委託研究を行っております。またメタノール自動車につきましても、60年度資源エネルギー庁が新エネルギー導入ビジョンの一つとして、メタノール自動車を取り上げましたが、その資源エネルギー庁の策定に先立ちまして、海外調査を私どもの武田専務理事が団長となって実施いたしました。またNEDOの委託によりまして、56年度から60年度にわたりまして、メタノールの環境安全実証に関するプロジェクトも私どもの研究所が取りまとめた次第でございます。

電気自動車につきましては、私どもの自主事業の一環といたしまして、通産省を始め関係機関、業界のご協力をいただきまして、業界のトップの方々からなります懇談会を設置いたしまして、この問題について話し合いをいたして、研究開発の進め方等について意見交換を行いました。またこの電気自動車につきましては、NE

DOの杉本理事を団長にいたしまして、海外調査団を組織し、海外の状況を調査したわけですが、本日のお手元の資料の中には、その報告書が入っております。

先ほど申し上げました業界のトップの方々のお集まりによる懇談会で、いろいろ議論していただきましたことに基づきまして、ひとつの提言をまとめていただいたわけですが、それもきょうのお手元の資料の中に入っております。また後ほどその内容につきましてご紹介いたすことになっております。

このように、私どもの研究所は、石油系燃料に代わる別のエネルギーによる自動車の調査研究をここ数年来、実施してまいった次第でございますが、それらを基にいたしまして、きょうのこのシンポジウムの構成を考えまして、いろいろ各界の方々から、お話を承ると同時に、私どものほうで調査いたしました結果の一端をご披露いたす次第でございます。

本日のこのシンポジウムを開くにいたします間、通産省資源エネルギー庁、NE DOその他関係の機関、業界の方々から大変ご親切なご指導を賜ってまいった次第でございます。ここに厚く御礼を申し上げて、開会にあたっての私のあいさつとさせていただきますと思います。(やまもと ゆたか)

来賓のあいさつ

通商産業省機械情報産業局自動車課長 中川 勝 弘

只今ご紹介にあづかりました通商産業省の自動車課長の中川でございます。本シンポジウムの開催に当たりまして一言ご挨拶を申し上げたいと思います。

わが国の自動車生産台数は、7年くらい前から年間1000万台を超えまして、昨年は1226万台を数えるに至り、今や自動車王国アメリカを抜いております。そのうちの半分以上が輸出に向けられておりますが、なかでも対米輸出が多くて、そのため日米間の貿易摩擦の一つとして話題を賑わしてきたことは皆様ご承知のとおりでございます。

国内の売り上げもかなり大きくなっておりまして、販売台数は年間571万台となりました。国内需要はかなり成熟してきておりまして、毎年の伸びは1～2%程度になっております。

日本の道路事情はまだまだ整備されておらず、例えば国道の4分の1くらいしか大型のバスがすれ違えませんが、あるいは高速道路を往復で4車線あると仮定して、わが国の四輪車の保有台数4800万台の全部がある日突然高速道路に乗りたいと思えますと、現在の高速道路が14倍くらいないと、実は高速道路に乗れないということになっております。このように車の走る環境が欧米に比べますと非常に悪いわけでございます。

最近では内需の拡大が不可欠ということで、道路も含めて公共事業の整備推進が叫ばれております。こうした動きが現実のものとなり、社会資本なり道路なりがよくなりますと、まだまだ自動車の国内需要の伸びも見込めると思う次第でございます。

最近では特に自動車の需要について、個性化、多様化が進んでおりまして、4WDのジープから、マルチパーパス車、ワンボックス型のVAN、4WS車など、先端技術を使った新しい機能を持ったものが出てきております。これは、消費者が自動車という商品に一つの感性を求めているのではないかという気もいたします。こういう多様なニーズに応じた車の開発というのは、今後も必要になってくるわけでございます。技術開発もそういう面からのニーズを汲み上げる努力があるだろうと

思います。

一方、石油に依存しております自動車のエネルギー源でございますけれども、私も10年前の石油危機の時に石油行政に携ってございましたが、当時は本当に蜂の巣を突ついたように大変なことでございました。

最近の石油需給緩和の状況については、まさに夢にも見なかった、思いもよらなかったことでございます。しかしごく最近になりまして、石油の値段も若干上がりつつありますし、中長期の観点から、石油需給の逼迫ということを考えると、代替エネルギーの開発の重要性は依然として高いわけでございます。本日のシンポジウムでは水素、電気、メタノール、天然ガスと、いろいろなエネルギー源を使った自動車の研究が発表されると伺っておりますが、こういう研究を、地道に続けることは非常に大事なことでございます。ぜひとも研究を続けていただきたいと思っておりますし、またこういうシンポジウムを機会に皆様方がその重要性を確認していただき、さらに研究の発展を遂げられることを期待する次第でございます。

本日ご参加の皆様のご討議を通じまして、本シンポジウムが意義深いものになりますよう、お祈りいたしまして、私のあいさつに代えさせていただきます。

(なかがわ かつひろ)

国内外の開発普及状況

(財)エネルギー総合工学研究所

研究員 蓮池 宏

1. エンジンの形態

まず最初に、天然ガス自動車とはどのようなものか、ということをご説明したいと思います。

天然ガス自動車の分類としまして、使用するエンジンの形態からは、オットーサイクルエンジンとディーゼルエンジンに分けることができます(表1)。オットーサイクルエンジンは、現在ガソリンを使っているわけですが、その代わりに天然ガスを用いる。それからディーゼルエンジンの方は、軽油の代わりに天然ガスを用いるということです。

表1 天然ガス自動車の分類

(1) エンジン形態	
①オットーサイクルエンジン	ガソリンエンジンの流用 天然ガス仕様エンジン (高圧縮比)
②ディーゼルエンジン	パイロット燃焼方式(天然ガス80~90%+軽油20~10%) 火花点火方式(天然ガス100%)
(2) 天然ガス貯蔵・運搬方式	
①圧縮天然ガス (CNG: Compressed Natural Gas)	
②液化天然ガス (LNG: Liquefied Natural Gas)	
③活性炭等による吸着貯蔵 (ANG: Absorbed Natural Gas)	

オットーサイクルエンジンに天然ガスを使用する一つの方法として、ガソリンエンジンの流用ということがあります。天然ガスは、ガソリンと同じ炭化水素系燃料として、ガソリンエンジンをほとんど改造せず、点火プラグやオイルなどもガソリンの場合と同じものを使うことができます。これが天然ガスの大きな利点であり、現在、天然ガス自動車は世界で40万台ほど普及していると言われていますが、そのくらい実績が上がっている一つの大きな理由であります。

一方、天然ガス仕様エンジンというものもあります。これは、天然ガスのオクタン価が約130と非常に高いので、その性質を利用して、圧縮比を上げるなどして、エンジンを天然ガスに最適なものにしますと、熱効率や出力が向上する、というものです。

次にディーゼルエンジンですが、天然ガスは発火温度が高く、単独では従来型のディーゼルエンジンに用いることができません。つまり、なんらかの着火源を与えてやらないと、燃えないということです。

その着火の方式として、まずパイロット燃焼方式というのがありますが、吸入空気の中に天然ガスを一定量混ぜて圧縮したところで、

着火源として軽油を少量噴射する、という方式です。発火温度の低い軽油にまず火がついて、続いて、吸入された天然ガスが燃えるわけです。この方式ですと、エンジン本体はほとんど改造せずに燃料系統などの取り替えだけで使えるということになります。

もう一つの火花点火方式というのは、シリンダーに点火プラグを取りつけて、火花を飛ばして天然ガスを燃焼させる方式です。これですと、エンジンのかなり大幅な改造が必要になります。

両方とも試作されたものはかなりありますが、現在、パイロット燃焼方式のほうで、いくつか実用実績が出てきたところです。

図1は天然ガス自動車の一般的な構造ですが、最も多く使われていますのは、ガソリン用の自動車を改造したものです。天然ガス専用の自動車というのは、まだ十分な市場があ

りませんので、ほとんど生産されておらず、ガソリン自動車として生産されたものに天然ガス用の燃料ラインをつけて、天然ガス自動車として使っているわけです。

天然ガスは、乗用車の場合、後ろのトランク内の高圧ボンベに充填しておきまして、圧力レギュレータで圧力を落して、天然ガス／空気ミキサーで天然ガスと空気を混ぜ、エンジンに送ります。

この図のように、別にガソリンのタンクやキャブレターなども持っており、天然ガスでもガソリンでも、運転できるという方式が一般的です。エンジン自体は、一つのもので対応できるわけです。

2. 貯蔵運搬方式

次に天然ガスの貯蔵運搬方式について、お

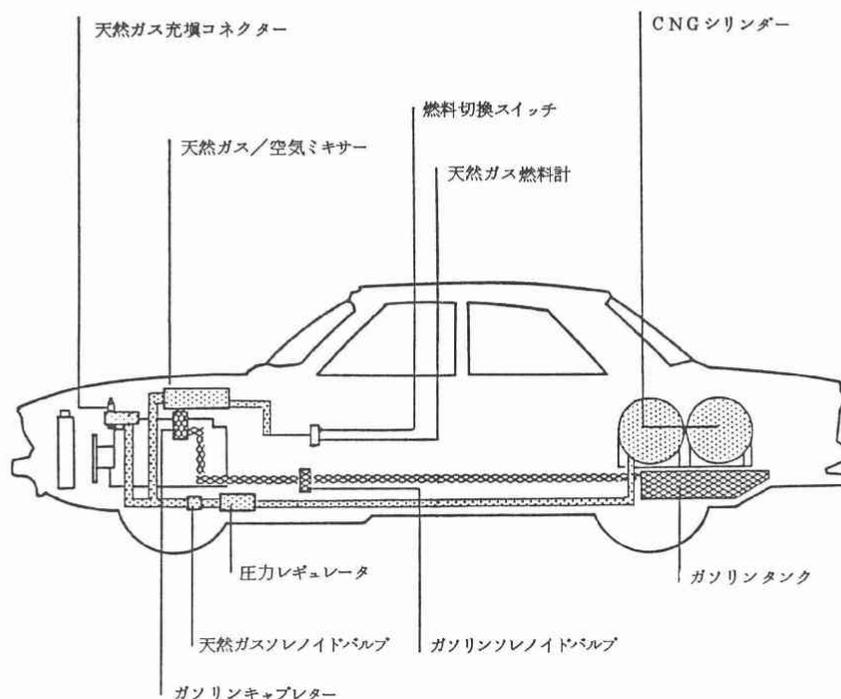


図1 CNG／ガソリンデュアルフューエル車の構造

表2 各種燃料のエネルギー貯蔵効率

	発熱量		容器重量 ¹⁾ (kg)	エネルギー貯蔵密度 (kcal/kg)
	(kcal/ℓ)	(kcal/kg)		
ガソリン	8,000	10,800	5	9,500
軽油	8,600	10,300	5	9,200
LPG (プロパン)	6,400	10,900	30	5,400
LNG	5,100	11,900	36	4,300
CNG (210 kg/cm ²)	1,900	11,900	40	1,900
ANG (35 kg/cm ²)	1,400	11,900	65	1,000

1) 容量50ℓ 2) 活性炭による吸着貯蔵

話したいと思います。これには大きく分けて三つの方法があります(表1)。

一番目は、圧縮天然ガス、これは Compressed Natural Gas を略して CNG と呼ばれていますが、海外の例では170気圧から220気圧くらいまでの高圧ガスとして自動車に搭載しています。

2番目は、液化天然ガス、これは Liquefied Natural Gas で、LNG と略されますが、天然ガスをマイナス162度まで冷却して、液体として運ぶという方式です。

3番目は、まだ研究中のものですが、活性炭等による吸着貯蔵です。名前はまだ一般的にはなっていないかも知れませんが、Absorbed Natural Gas というので、ANG という名称で呼ばれることがあります。

現在使われておりますのは、最初のCNGの方式がほとんどです。

三つの貯蔵方式を他の自動車用燃料と比べてみたのが表2です。

貯蔵効率を容量当たりの発熱量で比べますと、LNGではガソリンの65%くらい、CNGですと25%くらいしか貯蔵できないことが

わかります。ANGですと、まだこれは研究開発中ですが、もっと低い値になってしまいます。それから重量当たりでみますと、ガソリンも天然ガスも炭化水素燃料ですので、同じような値ですが、天然ガスは貯蔵容器の重さがかかなり重くなりますので、容器を含めたエネルギー貯蔵密度ということを考えますと、やはりガソリンの半分とか、5分の1という値になってしまいます。これが天然ガス自動車の一つの弱点ということになります。

CNGシリンダーの容量は60リットルくらいのものが標準的で、15リットルぐらいのガソリンに相当する天然ガスが充填できます。ということは、シリンダー1本だけですと150キロくらいしか走れないことになります。積載スペースに余裕があれば2本とか3本積むわけですが、それでも若干走行可能距離が不足しますので、天然ガスだけでなく、ガソリンの燃料系統も残したデュアルフューエル車という方式で現在普及しているわけです。

3. 普及状況

以上で、大体天然ガス自動車とはなにかという説明をしましたので、次に世界の普及状況はどうなっているかということについてお話ししたいと思います。

表3 海外における天然ガス自動車の普及状況

	イタリア	米 国	ニュージーランド	カナダ
導入時期	1930年代	1960年代	1980年	1983年
利用台数*	250,000	30,000	120,000	12,000
ステーション数*	230	300	350	100

* 1986年末時点推定

表3に普及状況を簡単にまとめてあります。現在、天然ガス自動車が普及している主な国はイタリア、アメリカ、ニュージーランド、カナダの4カ国です。

(1) イタリア

まずイタリアですが、導入され始めたのは1930年代、第2次世界大戦前のことで、これが世界でもっとも早かったものです。イタリアでは、第2次世界大戦前、石油供給が思うようにならず、国産資源の天然ガスを自動車の燃料に使うということが行われました。その後、第1次、第2次のオイルショック等もありまして、利用台数がかなり伸び、一時は



図2 イタリアのCNG充填ステーションの分布

30万台くらいまで増えた時期もあったと言われますが、最近では若干停滞気味で25万台くらいが利用されています。燃料ステーションは、イタリア全土で約230カ所くらいあります。図2は、イタリアのCNGの充填ステーションの分布ですが、天然ガスが産出する北部の平原地方にステーションが多く設けられています。

イタリアの天然ガスの価格は、政策的にガソリンの半分から3分の1という、非常に安い値段で供給されており、このようなことが、イタリアで天然ガス自動車が多く普及している大きな要因になっていると思われます。

(2) アメリカ

次にアメリカですが、1960年代から本格的な導入が進んできています。導入が始まったきっかけというのは、この頃、環境問題が非常にクローズアップされ、クリーンな自動車燃料として、天然ガスが推奨されたためと言われております。その後、石油ショックなどを経まして、現在約3万台の天然ガス自動車

が走行しています。

アメリカでは、政府の補助などは特に行われませんが、まったくの民間ベースと言いますか、コマーシャルベースで、天然ガス自動車が導入されています。個人用の車は少なく、会社の車や官公庁関係の車、あるいはタクシーというように、1カ所に燃料ステーションを設ければそこから燃料が供給できるようなまとまった車（フリート車と呼ばれている）を中心に普及が進んでいます。図3は、そのフリート車の分類ですが、公益事業というのが主としてガス会社の車で、ガス供給会社が、

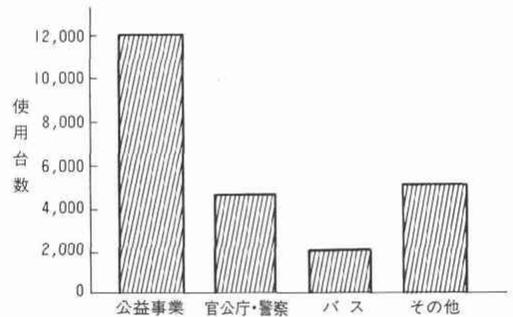


図3 米国のCNGフリート車の分布



図4 米国のCNG充填ステーションの分布

自ら供給している天然ガスを自分の会社の自動車の燃料に使っており、この場合ですと経済性の面で特に有利になると思われま

す。図4は、充填ステーションの分布ですが、このマルの中の数字は、その地点にその数だけ充填ステーションがあることを表しています。カリフォルニアのロサンゼルス付近には、数十の充填ステーションがあるわけ

(3) ニュージーランド

次にニュージーランドですが、天然ガス自動車導入され始めましたのが、第2次石油ショック後の1980年になります。ニュージーランドという国は、石油資源にあまり恵まれておりません代わりに、天然ガス資源は相当あり、この国産の天然ガスをぜひ利用して、石油の輸入を減らす政策が打ち出され、天然ガス自動車の導入が政府の指導の下に行われています。導入開始以来7年あまりで利用台数が12万台ですから、かなり早いペースということが言えると思います。充填ステーションは、約350カ所あります。かなりの政府補助が天然ガス自動車の導入に対して講ぜられ、例えばガソリン自動車を天然ガス自動車に転換する場合や、充填ステーションを建設する場合に、その費用の15~25%程度の補助金が支給されました。天然ガスやガソリンの価格も政府指導の下に決められていますが、天然ガスはガソリンの半分くらいの価格に設定されています。このような助成策のもとに天然ガス自動車が大々的に普及してきたということが言えます。

今後の目標としましては、一つの数字として、1995年までに22万台という目標を掲げて

いると言われております。

(4) カナダ

次にカナダですが、カナダは、この四つの国の中では、最も最近の1983年から導入が開始されました。カナダの導入の理由というのも、ニュージーランドと同じで、石油資源は少ないけれども天然ガスは豊富にあるという国ですので、その天然ガスを有効に使うために、やはり連邦政府や州政府などのバックアップの下に天然ガス自動車導入されてきて

おります。図5はカナダの用途別の天然ガス自動車台数の内訳ですが、個人用の車が3分の1くらい、それからサービス業、これは主としてガス会社の車ですが、22%、それからタクシーですとか、政府の車、農業用の車にも天然ガスが使われております。

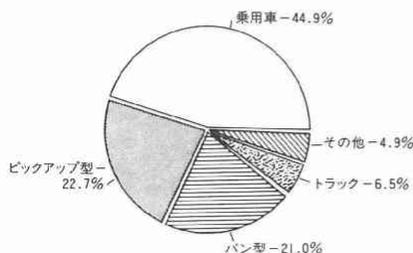
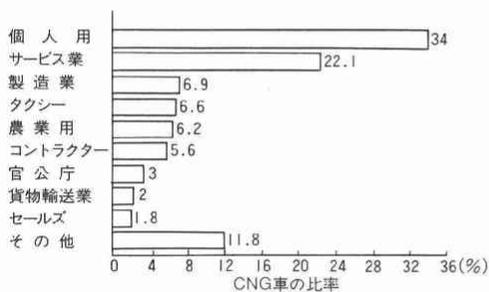


図5 カナダのCNG自動車台数の内訳 (1986年8月末、総数9,585台)

自動車の車種としましては、普通の乗用車のほかに PICK-UP と呼ばれる小型トラック、それから VAN 等もかなり天然ガス自動車に転換されています。

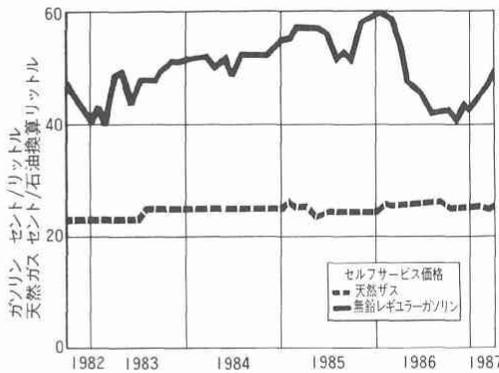


図6 カナダ、B.C.州における天然ガスとガソリンの価格推移

図6は天然ガスとガソリンの価格の比較ですが、カナダでも天然ガスがガソリンの半分くらいの価格で販売されています。昨年、石油価格が大きく下がり、ガソリンの価格も下がってきて、天然ガスとの価格の差が縮まり先行き少し心配されました。しかし、石油の価格も再び上昇し、それから政府による自動車の転換に対する補助も今年の3月で打ち切られる予定だったものが延長されていることもありまして、天然ガス自動車は今後とも着実に増加していくと考えられます。

(5) わが国

以上、海外の状況をお話ししましたが、日

本では、先ほどのイタリアと同様に、戦中、戦後のガソリンの供給がままならなかった時代に天然ガス自動車が使われたことがありまして、新潟や、千葉あたりの天然ガスを産出する地域を中心として、最高で1,000台以上走っていた時期もあったということです。これらは戦後、ガソリンや石油の供給が安定するにしたがって姿を消していましたが、オイルショックなどのあと、再び注目を浴びてきているわけです。

最近の開発例として東京ガス(株)では、都市ガスを使った自動車について実験を始めており、この後に詳しい報告があると思います。

それからトヨタ自動車(株)では、天然ガスとガソリンの電子制御式デュアルフューエル車というものを開発しております。また、(株)日本自動車研究所などが、昨年からLNG自動車の研究を始めています。

現在、日本で走行している天然ガス自動車は、東京ガス(株)が所有している2台だけです。今後ガソリンなどの需給が逼迫して、値段が高くなるような状況になれば、天然ガス自動車というのは、ひと通りの技術が確立されており、ガソリン自動車を少し改造するだけで、短いリードタイムで導入できるという大きな利点がありますので、そのへんが注目されて、日本でも導入される可能性があるのではないかと思います。(はすいけ ひろし)

C N G 自動車の試作

東京ガス(株)企画部技術企画グループ

課長格 秋 元 実

今日は、当社で試作しました都市ガス自動車の概要について述べさせていただきます。

当社で都市ガス自動車を試作した主な目的は二つございます。まず第1は、日頃お客様と接する機会の多い営業関係部門の業務用車両を都市ガス自動車化することによって、運用上の利便性、あるいは経済性がどの程度期待できるかを検証してみようということであり、もう一つの目的は、お客様の家の前でガス工事をよくやらせていただきますが、その際にガスの使用を停止していただき、ご不便をおかけする時があります。このような場合に、都市ガス自動車に積んでおります走行用燃料である都市ガスを利用し、お客様への不便を解消する方法を検討することです。

これまでに試作しました都市ガス自動車は2台ですが、これらを含めまして都市ガス自動車について順次ご説明させていただきたいと思っております。

1. 都市ガス自動車の長所

まず、都市ガスを業務用車両燃料として利用する場合に期待されるメリットについて簡

単にお話ししたいと思います。

まず都市ガス自動車は、ガソリン車と比較して排出ガス成分中の窒素酸化物、一酸化炭素などの公害物質が少なくなるため、大気環境保全に大きく寄与することができます。また、国の石油代替エネルギー政策に貢献すると同時に、ガソリン車より燃料費を削減できる可能性があるものと考えられます。さらにガス会社にとりましては、お客様のガスを止めることなしにガス工事を行うことができるようになるため、ガス工事の効率化が図れるというメリットが考えられます。

2. 充填ステーション

都市ガス自動車にガスを充填するためには、都市ガスの圧縮充填設備が必要ですが、私共が持っておりますのは、試験的な設備でありまして、スローフィルあるいはタイムフィルと呼ばれる非常にゆっくりと充填するものです。充填する都市ガスは、一般のお客様にお使い頂いているものと同一でして、パイプラインからおおむね7気圧の圧力の都市ガスを取り出し、150気圧程度まで圧縮して充填します。この圧縮設備は、昭和59年2月に完

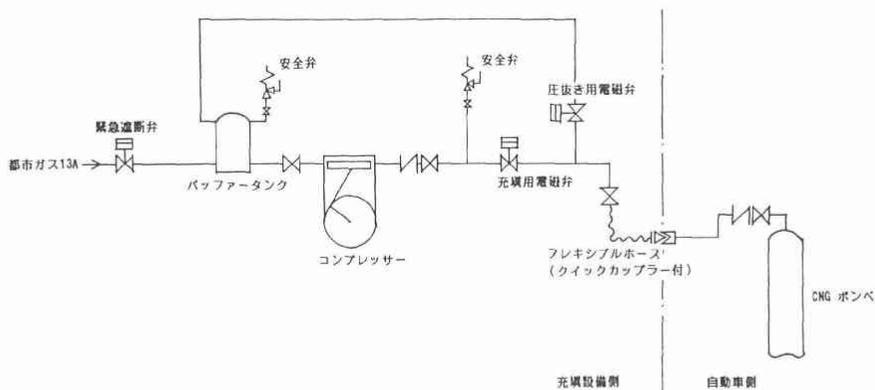


図1 都市ガス圧縮充填設備概略フロー

成しました。コンプレッサーの容量は、1.18 Nm³/h であり、第2種製造設備に該当しております。4段階で圧縮し、最終段階の設計圧力は200気圧です。

図1は充填設備の概略フローですが、左側の方から都市ガスをパイプラインから導入しまして、コンプレッサーで昇圧し、オイルセパレータなどを経て右側の自動車側のCNGボンベの方へ供給するようになっております(表1参照)。

す。所在地は世田谷区の当社構内です。間口が約5メートル、奥行きが約2メートルの敷地内に収められております。

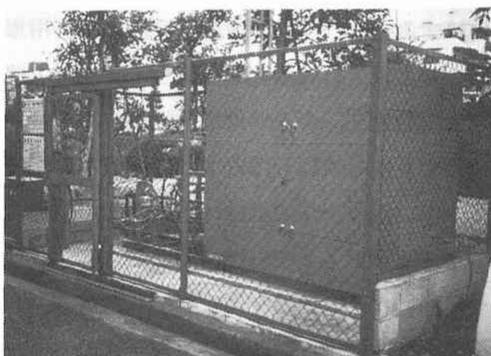


写真1 充填設備外観

表1 充填設備主要機器

1. コンプレッサー	横串型4段給油水冷式 容量 1.18Nm ³ /h (理論容量) 吸入圧力 1.5kg/cm ² G 吐出圧力 150kg/cm ² G 回転数 200rpm 電動機 1.5kW×6P× 200V×50Hz
2. 安全装置	緊急遮断弁 ガス漏洩検知警報器 感電器 断水リレー 安全弁
3. その他	フレキシブルチューブ クイックカップラー

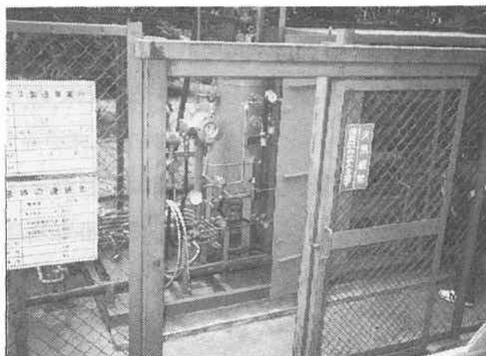


写真2 充填設備

3. 1号車の試作

写真1, 写真2が実際の充填設備でありま

都市ガス自動車1号車は昭和59年10月から



写真3 都市ガス自動車1号車外観

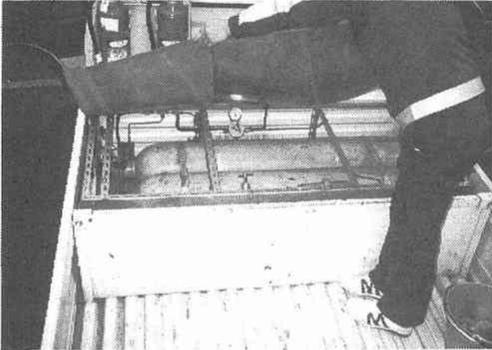


写真4 都市ガスボンベ積載状況



写真5 都市ガス充填状況

実験を開始いたしました。これは日産自動車製アトラトラック1,600ccをCNG車に改造したものです(写真3, 4, 5参照)。

都市ガスボンベは荷台のところに設置してあります。1本50リットル(水容量)のものが2本で合計15Nm³のガスを充填します。1回の充填で約100キロメートルの走行が可能です。お手持ちの資料のなかに都市ガス自動車のパンフレットがあるかと思ます

が、そのなかにご紹介させていただいた実験データは、すべてこの1号車のデータであります(表2, 表3参照)。

表2 排出ガスデータ(10モードテスト)

	天然ガス	ガソリン	(天然ガス/ ガソリン)
NOx	0.31(g/km)	0.88(g/km)	35.2(%)
CO	2.82	7.71	36.6
HC	1.64*	1.87	87.7

*主としてメタン

表3 燃 費

	天然ガス	ガソリン
10モード走行	9.8(km/Nm ³) (7.6km/ℓ相当)*	7.8(km/ℓ)
市街地走行	7.2(km/Nm ³) (5.6km/ℓ相当)*	5.7(km/ℓ)

*ガソリンの総発熱量8,600kcal/ℓとして換算

4. 2号車の試作

1号車では走行用燃料としての都市ガスの有用性を確認しましたが、それに次いで積載都市ガスを多目的に活用しようという目的で試作しましたのが、パンフレットの写真(写真6)にあります2号車でございます。これは日産自動車製ホームルーフトバン2,000ccを都市ガス自動車用に改造したものです。1号車と同様2号車もデュアルフューエルシス



写真6 試作2号車外観

表4 都市ガス自動車の仕様その他

項目	仕様その他
実験車	日産自動車製ホームルーフトバン 排気量2,000cc, 最大積載量500kg
燃料燃焼システム	デュアルフュエルシステム（都市ガスもしくはガソリンのいずれかの選択が、スイッチ切り替えによって可能）
圧縮都市ガスボンベ	内容積40.7ℓと21.2ℓが各1本 （充填圧力150kg/cm ² 完全ガスとして） 充填量 合計9.28Nm ³
自動車検査証	CNG自動車として、昭和61年12月1日登録

テム、すなわちガソリン及び都市ガスの2系統の燃料から選択走行可能であります（表4

参照）。

積載している都市ガスボンベは、約40リットルのものと20リットルのものが1本ずつで合計約60リットル（水容量）、都市ガス量としましては、約9 Nm³でございます。

この自動車の高圧部分の系統図は図2のようになっております。また、エンジンまわりの燃料系統は、図3のとおりです。

ペーパライザ、キャブレターの実際の装備状況は写真7、8のようになっております。

ガソリンと都市ガスとの燃料系統の切り換

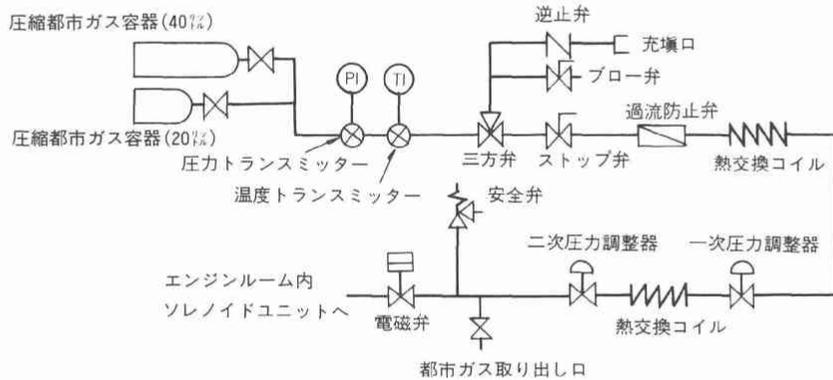


図2 高圧ユニット系統図

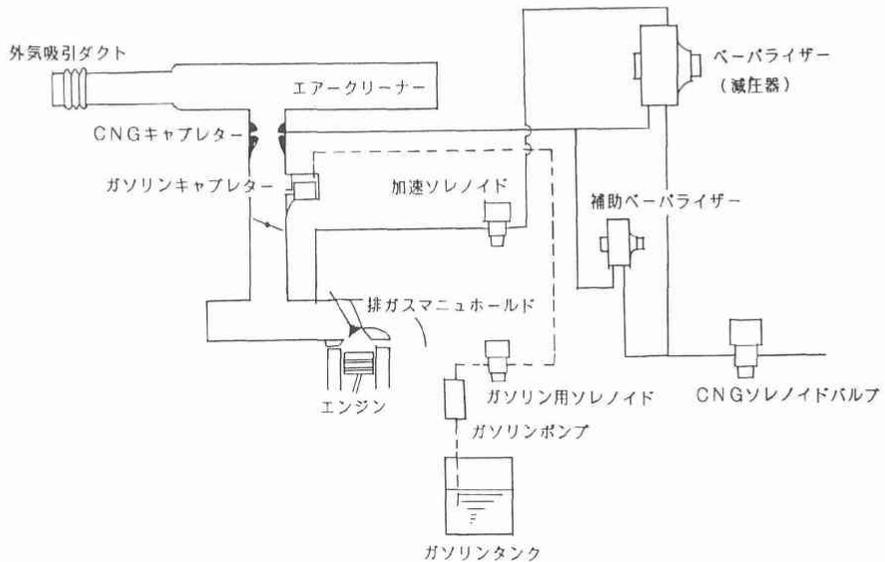


図3 エンジン周囲系統図



写真7 減圧器 (ペーパーライザ) まわり



写真10 補助席まわり

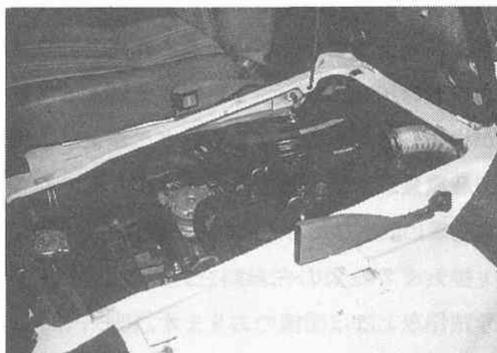


写真8 気化器まわり

えは、運転席からレバーの押引で行うことが可能です。また、ボンベ内ガス圧力、温度につきましては補助席前のデジタルパネルに表示されるようになっております(写真9、10参照)。

車体の内部はガス工事の工具類を置く棚あるいは機器類が設置されております。荷台のなかに箱状の白い部分が見えておりますが、



写真9 運転席まわり

ここに都市ガスボンベ、高圧ユニットが収納されております(写真11、12参照)。

写真13は車体側面を充填口側から見たところでございます、右下が充填口であります。

写真14は充填口付近を裏側から見たものです。2本のボンベ、熱交換用コイル、減圧弁などの配置はこのようになっております。また、左側の方に都市ガス取り出し口が見えて



写真11 車両内部状況-1

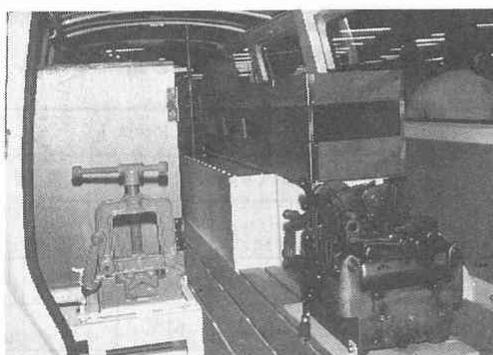


写真12 車両内部状況-2

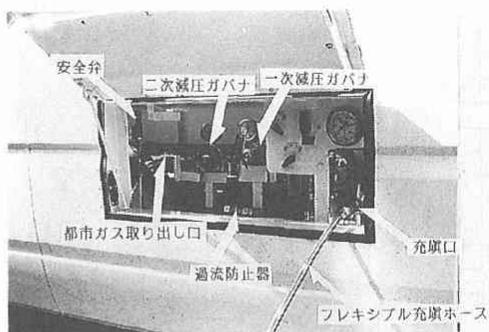


写真13 車体側面（充填口まわり）

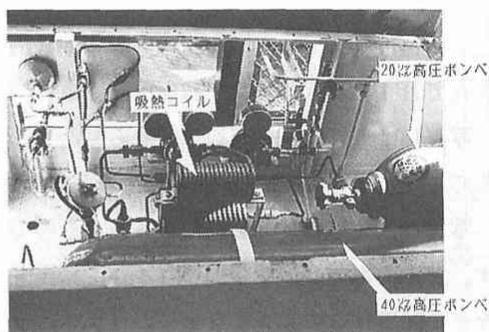


写真14 高圧ユニット

おりますが、これは今後検討を開始する予定の、都市ガスの工事用利用に使用するための

取り出し口であります。

このルートバンは、昨年（昭和61年）12月に自動車登録を行いました。ガソリン車を改造して都市ガス自動車としました関係上、当初のガソリン車仕様の自動車重量とはやや異なる仕様となりました（表5参照）。

ガソリン車としての車両重量は1,300kgだったのですが、改造後は1,750kgとなり、450kg増加しました。これは、都市ガスポンベの重量が大小2本で約85kg、その他高圧部分ユニット約100kgに加えて、車体改造による重量が増加したためであります。ガソリン車では積載重量が1トンまでありますが、都市ガス自動車に改造したため、500kgと半減しました。

排気ガスのクリーンさにつきましては、1号試作車とほぼ同様であります。10モード、11モードの各走行テスト値におきまして、窒素酸化物、一酸化炭素ともガソリンと比較して約半分の値となっております（表6参照）。しかしながら、炭化水素につきましてはガソリンの約

表5 C N G 自動車重量比較

項目	C N G 自動車仕様(A)	ガソリン車仕様(B)	増減(A-B)
車両重量	1,750 kg	1,300 kg	450 kg
最大積載量	500 kg	1,000 kg	▲500 kg
乗車定員(3名)	165 kg	165 kg	0 kg
車両総重量	2,415 kg	2,465 kg	▲50 kg

表6 排気ガス性状比較

排気ガス成分	10モードテスト					11モードテスト				
	テスト値 (g/テスト)			規制値		テスト値 (g/テスト)			規制値	
	CNG	ガソリン	CNG / ガソリン	中量トラック	CNG / 規制値	CNG	ガソリン	CNG / ガソリン	中量トラック	CNG / 規制値
NOx	0.20	0.37	54%	1.26	16%	1.49	3.13	48%	9.5	16%
CO	1.35	2.22	61%	17	8%	43.2	76.6	56%	130	33%
HC	0.62	0.21	295%	2.7	23%	3.14	3.70	85%	17.0	18%

		61/12	62/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	63/1	2	3
自動車用 テスト	CNGによる 走行実験	→															
	ガソリンによる 走行実験	→															
工事用 テスト	供給管工事	→															
	その他	→															

図4 実験スケジュール

3倍の値になっております。規制値に比べますと、もちろんかなり低い値になっておりますが、これは、後ほど述べますが、CNG自動車の特徴の一つではないかと思われま

す。昨年12月にスタートした走行実験は主として都市ガスを使用しております。これまでおよそ600kmの走行を継続的に行ってまいりましたが、走行データにつきましては分析中でありま

す。ガソリン走行のデータはまだ全然収集していないため、そのデータを取り、都市ガス走行との燃費比較を実走行レベルで行い、どのようになっているかということなどについては、もし別の機会が今後ありましたら、ご報告させていただきたいと思っております。

5. 今後の課題

今後のスケジュールとしましては、図4のように、おおよそ今年の夏まで自動車としての走行テストを行い、その後に圧縮車載都市ガスの工事用利用テストということで、供給管あるいは、その他の工事用利用テストにつきまして順次行っていかうかと考えております。

まだ実験中でありま

すし、あまり結論的なことは申し上げられませんが、現在考えられる当社における都市ガス自動車試作の経験にもとづく今後の課題は、大きく三つほどあるのではないかと思います。

まず第1点は、車両重量をより軽量化しなければならないということでありま

す。工事用車両は各種の工事を行っておりますので、通常多くの機材を積んでおりますが、積載重量が減少しますとそれだけ利用用途がせばまってしまうことになってまいりますので、できる限りそのようなことがないことが望ましいわけでありま

す。具体的には、都市ガスポンペを軽量化することが可能でありま

しょう。アルミ合金製でフィラメント・ワインディングを施した軽量ポンペが欧米では使用されてお

りま

して、日本国内でも最近はそのようなポンペが試作されていると聞いておりますので、このようなものに認可をいただいて実用化できれば、積載重量に余裕が出てくるものと考えられま

す。また、車両の改造方法、ポンペの設置方法などもより工夫すれば、重量増加を抑えることが可能になるものと思われま

す。

第2点としましては、炭化水素対策でありま

しょう。ガソリン車に比べて、その排出ガス成分中の含有量が多いわけですが、これは主として未燃メタンによるものでありま

す。エンジンルーム内での燃焼を効率的に行わせるよう点火コントロール、気化器コントロールなどをより確実にを行うことにより、出力の向上、未燃メタン排出の減少がはかれるので

はないかと考えられます。

第3点は、1回の充填当たりの走行距離をより延ばすことであります。このためには燃費の向上もさることながら、都市ガス充填量を極力多くすることが重要であります。ガスポンペの水容量をより多く、充填圧力をより

高くすることになるわけですが、ポンペ材質、車両デザインなどの今後の検討も重要と考えられます。それと同時に充填ステーションをクイックフィル方式のものにすることも実用上重要であると考えております。(あきもとのる)

メタノール自動車の導入に係る 論点と課題等について

資源エネルギー庁省エネルギー石油代替
エネルギー対策課計画班長 後藤 芳一

当日ご紹介した内容を整理すると以下のとおり。

はじめに

運輸部門における石油代替エネルギーの導入及び都市環境対策として、メタノール自動車の導入が期待されている。

メタノール自動車は、技術的、経済的に、石油代替燃料自動車の中でも相対的に実用化の可能性が高く、導入までの期間も比較的短いことが予想される。

また、燃料メタノールは、その主原料となる天然ガスが、国際的に偏在することなく、かつ豊富に賦存すること、運搬・貯蔵等の取扱いが比較的容易であること等の特長をもつ。

他方、技術面、経済面のみならず、体制・制度面においても、なお幾分の課題が残されており、その解決に当たっては、経済的、社会的、産業政策的視点をも踏まえつつ、組織的・体系的な取組みが必要である。

I. メタノール自動車のエネルギー政策上の位置づけ

メタノール自動車の導入に係る社会的認識の高まりをみた1980年代半以来、現在に至るメタノール自動車の政策的位置づけは、時系列的に、以下のとおり。

1. 「長期エネルギー需給見通し」(83年11月)

・総合エネルギー調査会(通産大臣の諮問機関)が策定した現行の長期エネルギー需給見通し。

・エネルギーの量的・价格的な安定供給を図るため、

- ①セキュリティの確保
- ②エネルギーコストの低減
- ③セキュリティとコスト等とのバランスのとれた最適エネルギー需給構造の実現を目指すこととしている。

・うち、新エネルギー等の供給量については、原油換算で、

1995年：2250万kl

(総エネルギー供給量の5%)

2000年：4100～6200万kl

(総エネルギー供給量の7～10%)

としている。

メタノールは、この新エネルギー等の内数(文末の(注)参照)。

2. 「新エネルギー導入ビジョン」(85年

6月)

・資源エネルギー庁内に設置された「新エネルギー導入ビジョン研究会」(座長：生田豊朗(財)エネルギー経済研究所理事長)がとりまとめ。

・同ビジョンは、1.の需給見通しを受けて、新エネルギーのうち、技術開発の進展により、導入可能性が展望しうる段階に達した太陽光発電、燃料電池(リン酸型)、風力発電、ソーラーシステムと同時に、燃料用メタノールについても、導入のあり方の検討を行った。

自動車燃料用メタノール導入の指針としては、嚆矢といえるもの。

・自動車燃料用メタノールについては、上記研究会の下に「内燃機関用メタノール分科会」(主査：神谷佳男 東京大学工学部教授)を設け、供給安定性と経済性、技術上の課題、環境安全対策、供給流通上の課題、消費者及び関連産業への影響、エネルギー政策上の位置づけと施策展開のあり方等広範な視点から検討を行った。

・この結果、低濃度混合については、「『オクタン価向上剤』としての機能は期待されておらず、また、石油代替効果も高濃度混合等に比し少ないことから、特に政策的観点から、低濃度混合燃料の導入促進を図る必要性は認められない。また、燃料の価格面でも

魅力がないことから、大規模な量での導入は予想されない。」としている。

・高濃度混合・ニート燃料については、

「低温始動性、高温再始動性、耐腐食性等技術上の課題が残されていることもあり、実用化、商業化段階には至っていないが、①低濃度混合に比し相当程度の代替エネルギー効果を有すること、②メタノール燃料用エンジンは、代替燃料エンジンの中で、技術段階としては、最も実用化に近いこと、③90年代中には、石油需給がタイト化し、石油価格の上昇も予想されること等から我が国として中・長期的視点に立った技術開発を進めるとともに、将来の円滑な導入に向けて所要の体制整備を図ることが必要」としている。

3. 「21世紀エネルギービジョン」(86年

11月)

・「21世紀エネルギービジョン検討委員会」

(資源エネルギー庁長官の私的諮問委員会。

座長：向坂正男 国際エネルギーフォーラム議長)がとりまとめ。

・2030年を目途とした超長期のエネルギー需給を展望しつつ、「今後21世紀にかけて、柔軟かつ強靱なエネルギー需給構造の達成のため、『複合エネルギー時代』の実現をめざすべきである」とし、

①セキュリティの確保

②コストの低減

③ニーズ適合性(高品質、利便性、安全性、クリーン性等)

を政策の基本理念とすべき、としている。

・燃料用メタノールについては、運輸部門において、「今後当分の間はガソリンに代替し得るものは考えにくいものの、21世紀において

は、メタノール自動車、電気自動車さらには水素自動車、CNG自動車等の本格的導入の可能性が考えられる。したがって、長期的には、オイルサンド・オイルシェール油、メタノール、石炭液化油等の液体系燃料と電気(蓄電池)、水素等との間の競争、補完関係が生ずるものと考えられる。」としている。

4. 「長期エネルギー需給見通し」(87年10月(予定))

- ・上述の1.の需給見通しは、本年10月を目途に、4年振りに改定作業中。
- ・政策的目標年次を2000年とし、併せて2005年についての試算等が報告される予定。

II. 実施体制

1. 技術開発

①新エネルギー総合開発機構(NEDO)

- ・代エネ法に基づき、昭和55年10月発足(現理事長：松岡 實)。
- ・我が国の石油代替エネルギー研究開発の中核機関として、太陽、石炭、風力エネルギー等とともに、メタノールについても研究開発を実施中。
- ・自動車燃料用メタノールについて、国際協力の我が国の窓口機関としてIEA協定に参加している他、バイオテクノロジーを利用した燃料用アルコール生産技術の研究開発及び石油火力発電所メタノール転換等実証試験を実施中。

②(財)石油産業活性化センター(PEC)

- ・86年5月に設立(理事長：建内保興 石油連盟会長)。資源エネルギー庁の委託を受けて、「自動車用メタノール燃料の利用に関する

フイージビリティ調査」を実施中。

・技術面を始めとし、社会、経済、産業の側面から検討を加え、自動車用メタノール燃料の利用及び導入に係る政策立案に必要な知見の提供を目的としている。

・上記調査は、80～84年度に行われた「アルコールと石油製品との混合利用に関するフイージビリティ調査」(低濃度混合に係る燃料の基礎物性、貯蔵・流通、現用自動車への適合性等を調査)及びその成果を受けて85年度から実施(野村総研に委託)してきた同名の調査を承継したもの。

・調査の実施に当たっては、PEC内に「自動車用メタノール燃料調査委員会」(委員長：富永博夫 東京大学工学部合成化学科教授)が設置されている。

・85～90年度の6年計画で実施しており、88年度からは、高濃度オートタイプ車のフリートテストを開始の予定。

・この、オートタイプ車のフリート試験用燃料の規格は、低温始動性、高温再始動性等の運転特性、可視炎性等の安全性等の他国際的動向をも踏まえ、上記委員会においてM85と設定された。

・PECにおいて実施中の調査及び年度展開の詳細は、丹羽氏の講演を参照されたい。

③(財)日本自動車研究所(JARI)

・第一次石油危機に先立つ73年4月から現在まで、オートタイプ及びディーゼルタイプについて、要素技術に係る基礎研究からプロトタイプ車両の開発研究に至る各般の技術開発を実施してきている。

・うち、80～84年度の間、工業技術院の石油代替エネルギー技術実用化開発費補助金により、スパークアシスト及び改質ガス方式によ

る大型プロトタイプバスの開発を行った。

・また、80年度以来、資源エネルギー庁の新燃料油調査研究の一環として、現用のガソリン車及びディーゼル車を対象にした中・低濃度混合利用に関するFS調査を実施してきている。

・さらに、85年度に開始された資源エネルギー庁による「自動車用メタノール燃料の利用に関するFS調査」のうち、オートタイプ用高濃度メタノール混合燃料の規格、ディーゼルタイプメタノール自動車の開発に関する要素研究、環境影響調査等を実施している。

・86年度からは、NEDOからの委託により、IEA/CRDアルコール自動車協定（ANEX3）の一環として、スパークアシスト方式大型メタノールバスプロトタイプ車の実走行試験を行っている。

・国際的な技術開発動向及びJARI自体の技術開発の詳細は、金氏の講演を参照されたい。

2. メタノール燃料供給

・自動車燃料用メタノール供給の体制の整備を目的として、昭和61年1月「自動車燃料用メタノール協力協議会」が発足した。

・協議会は、①メタノール、②石油精製・元売、③石油販売の各業界から5名ずつ、計15名の委員から構成され、実験用自動車燃料メタノールの供給あっせん並びにブレンド技術及び取扱技術（品質管理を含む）に係る助言等を行うことにより、導入実験の円滑な推進及び自動車燃料用メタノールの普及に資することを目的としている。

・87年9月までに5回開催

3. 国際協力

当分野については、技術開発等導入への課

題が残されているところから、国際的な情報交換等が有効であり、以下にみるとおり、

IEAにおける国際協定及び国際シンポジウムに参加し、また、その一部を我が国において主催する等我が国としてもNEDOを中心に積極的に取り組んでいる。

① IEA/CRDアルコール燃料協定への参加

・84年12月に発足した「自動車燃料用アルコール及びアルコール混合燃料の研究開発・実証試験に関する協定」に参加。（我が国の参加は85年6月）

・我が国の実施機関は、NEDOの他、JARI及びJATA（（財）日本自動車輸送技術協会）。

・本年5月には、執行委員会が我が国で開催され、NEDOの石川顧問が副議長に選出される等、相応の国際的役割を果たしている。

・活動内容の詳細等は、竹下氏の講演を参照されたい。

② 第8回アルコール燃料国際シンポジウム

・88年秋にNEDOの主催により、我が国において開催の予定。

・メタノール、エタノール及びその他のアルコール燃料（含酸素燃料）等の資源、技術、経済、政策等の広範な分野を対象とした情報交換と討議を行う国際シンポジウムで、アルコール関係では最大規模で、かつ国際的影響力のあるシンポジウムと評価されているもの。

・76年にスウェーデンで開催されて以来、西独、米国、ブラジル、ニュージーランド、カナダで隔年開催。昨年10月にはフランスにおいて第7回を開催し、25か国から約350人が参加し、約120の論文が発表された。

・開催の概要は、

日時：1988年11月13～16日

場所：京王プラザホテル（東京新宿）

登録：発表論文の

抄録受付 ～88年2月末

本文受付 ～88年6月末

連絡先：事務局（N E D O）

III. 導入をめぐるの論点

メタノール自動車の導入を考えるに当たっては、エネルギー、環境、運輸等政策上の効果を評価することと同時に、関係各分野への直接、間接の影響に対する配慮が必要である。

以下に、高濃度混合又はニートを前提とした場合の導入に当たっての主要な論点をあげてみよう。

1. 直接的課題（その1：技術面）

- ①エンジンを始めとする車両及び貯蔵・流通上の材料の耐久性、耐ふ食性。
- ②エンジンの燃焼メカニズム自体に係るもの。
- ③燃料メタノールの品質の維持、確保（識別用マーカの開発を含む）
- ④最適な潤滑油の開発。
- ⑤適切な走行試験による検証。

2. 直接的課題（その2：環境安全性）

- ①排ガス中のNOx、黒煙等の低減の反面、アルデヒド、未燃メタノールの評価（測定法、環境影響）が必要。
- ②保安・防災上の観点からは、炎の可視性、爆発性等の流通取扱上の防災、安全性。
- ③以上の1、2の課題は、導入に当たっての直接の必要条件。既述のとおり、PEC等で実施中。

3. 導入への指針（その1：展望の提示）

- ①自動車等機材の技術開発や燃料供給に係る設備投資等を始め、円滑な導入のため、コンセンサスの形成が必要。
- ②上記1、2の結果を見つつ、国としても、中・長期的な視点からの展望の提示が必要。
- ③導入のためのプログラムの提示。
- ④これらの実施にあたっては、既に先行して検討中の海外の動向を織り込むことも有効。

4. 導入への指針（その2：燃料規格）

- ①車両、関連施設等の機材の合理的な開発のため、上記1、2の点を踏まえた燃料性状の決定が必要。
- ②高濃度混合またはニートの選択。オットータイプとディーゼルタイプの各々について。
- ③なおPECにおいて実施中のFS調査における88年度からのオットータイプ車のフリート試験用燃料の規格は、既述のとおり運転特性、安全性等の他国際的動向をも踏まえつつ、M85が採用されている。

5. 関係者への影響（その1：消費者）

- ①自動車燃料としての選択肢の拡大（「21世紀ビジョン」にいう「複合エネルギー時代」）は消費者にとって望ましいこと。
- ②経済性の問題。高濃度混合等については、石油税の他、揮発油税等が課されていないため、発熱量当たりでは、現在、課税後の軽油と同じレベル。
例えば、仮に、揮発油税相当を賦課することになれば、課税後の揮発油と同程度との試算がある。
- ③運転性、安全性の他に車両の耐久性の点からも燃料の品質確保が必要。

④地域的（全国的に一定規格の燃料を安定供給）、時間的（長期間継続的に一定品質で供給）に安定供給が必要。

6. 関係者への影響（その2：産業界）

①連産品である石油製成品中、特定の油種について急激な需要変動が生じると、他の油種へも波及の恐れ。（石油精製・元売）

②更に、唯一の採算油種である揮発油代替として導入の場合、他の石油製成品価格の上昇を招く恐れ。（石油精製・元売）

③導入の際の流通システムのあり方次第では、揮発油販売業の過当競争を一層激化させ、石油製成品安定供給を阻害の恐れ。（石油販売）

④現在、メタノールは、化学工業用として量的にも價格的にも国際的に安定した需給。

自動車燃料用として本格導入の際には、新たな天然ガス供給源の開発、メタノール製造能力の増強が必要となり、その過程で、需給が不安定化の恐れ。これらを十分に踏まえた安定供給の確立が必要。（工業用メタノール）

⑤新燃料に対し、十分な信頼性、耐久性のある、最適なエンジン機構の開発には、この点を踏まえた燃料性状の決定と、開発のためのリードタイムが必要。（自動車）

7. 関係法制（その1：税制）

①輸入時に課せられる税は、メタノールについては関税のみ、石油（原油）は関税に加え、石油税。C I F 価格にもよるが、発熱量当たりの両者の価格はほぼ同レベル。

②石油製成品の場合は、これに加え、揮発油税、地方道路税又は軽油取引税が課税されている。

③今後のメタノール燃料の本格導入に当たっては、税負担当の衡平性の観点からも、その取扱いについては検討が必要となろう。

8. 関係法制（その2：その他の適用法規）

①消防法、毒劇物取締法、労働安全衛生法等の対象。

②今後、上記の他にも、揮発油販売業法、道路運送車両法等関連法制度の適用のあり方が論点となろう。

以上の諸点については、関連施策上の位置づけを踏まえ、導入の過程と導入後等の各局面でのアプローチのあり方、行政及び産業界の各々の役割等についての幅広い検討とコンセンサスの形成が必要である。（ごとう よしかず）

（注） 87年10月に改定された長期エネルギー需給見通しにおいては、新エネルギー等の供給量（原油換算）は、
2000年：2,450万kl
（総エネルギー供給量の4.5%）
2005年：4,000～5,200万kl
（総エネルギー供給量の7～9%）

I E A 国際協力の現状

新エネルギー総合開発機構

アルコール・バイオマス技術開発室主査

竹 下 宗 一

本日は、I E A 国際協力の現状について、お話をさせていただきたいと思います。

私ども新エネルギー総合開発機構は、この5月に「第6回I E A 自動車燃料用アルコール及びアルコール混合燃料の研究開発・実証試験計画に関する協定執行委員会」を、海外4カ国代表の参加を得て、我が国で初めて開催いたしました。参加国は事務局を兼ねているスウェーデン、議長国のアメリカの他、イタリア、カナダ、日本の5カ国で、我が国からはこの協定の参加団体である新エネルギー総合開発機構(N E D O)、(財)日本自動車研究所、(財)日本自動車輸送技術協会が出席して、約30名の規模で、N E D O に於て開催されました。

このI E A 協定では、委員会を年2回各国回り持ちで開催致します。委員会は、自動車燃料用アルコール及び化石燃料からのアルコール生産に関する国際情報交換、並びに参加各国のディーゼル代替メタノール車によるフリートテスト結果の解析評価等についての情報交換・討議を行うことを目的としております。

1. I E A の概要

言わずもがなでございますが、I E A について簡単にご説明させていただきますと、1973年の第1次石油危機を契機にいたしまして、1974年のO E C D 理事会決定により国際エネルギー計画の実施機関として、I E A が設立されたわけでございます。

このI E A は、O E C D 加盟24カ国のうちフランスなど3カ国を除く21カ国より構成さ

表1 国際エネルギー計画(I E P)の概要

緊急時石油融通システムの確立
・ 平時における緊急時用備蓄義務(現在90日)
・ 緊急時用需要抑制措置の計画
・ 融通措置発動手続
エネルギーに関する長期協力計画の策定及び推進
・ エネルギー節約
・ 代替エネルギー源の開発・導入
・ <u>エネルギーに関する研究開発協力</u>
包括的国際情報制度の確立
・ 国際石油市場等に関する情報収集と活用
石油会社との協議の恒久的枠組の確立
・ 石油産業の諸問題についての石油会社との協議等
産油国、発展途上国等との協力関係の促進

れております。その活動の一端をご紹介致しますと表1に示されますように、IEA参加国間の協定による緊急時のための90日の石油備蓄義務などが良い例で、こういったことでIEAは私ども日本を初めとしたエネルギー消費国間の国際協力の場として、大いに役立っている機関でございます。

2. 自動車燃料用アルコール及びアルコール混合燃料の研究開発・実証試験計画に関する協定

イ. アネックスI

このIEA自動車用アルコール協定は、図1に示しますように、四角で囲んだ最終用途ワーキング・パーティに位置づけられており

ます。この自動車用アルコールの基本協定は1984年12月に発足しましたが、同時に付属協定（アネックス）Iがスタートして86年の6月まで「自動車燃料用アルコール及びアルコール燃料についての一般調査」を目的とし、アメリカ、カナダ、ニュージーランド、日本及びスウェーデンの5カ国の参加を得て実施されました。この研究の報告書はすでに完成し、一部関係機関に配布されております。

ロ. アネックスII～IV

アネックスII、アネックスIII、アネックスIVでございますけれども、表2をご覧くださいなのですが、この表に示されているとおりアネックスIIは、自動車燃料用アルコール

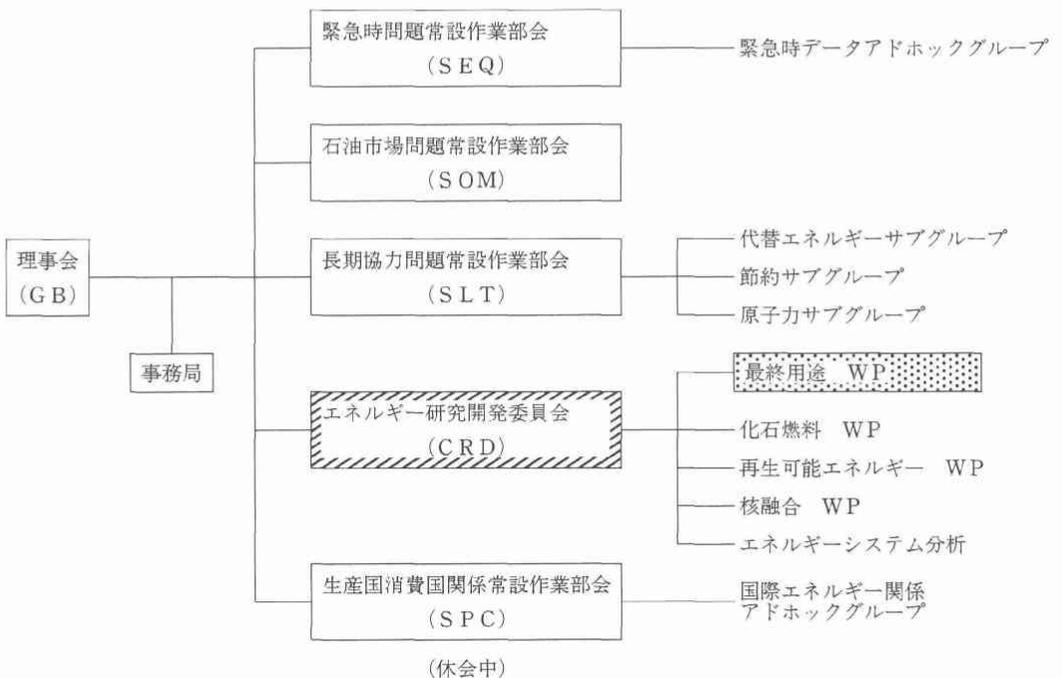


図1 I E A (International Energy Agency : 国際エネルギー機関) の組織

1974年11月、OECD理事会により設立決定。現在の加盟国は、OECD 24カ国中フランス、フィンランド、及びアイスランドを除く21カ国。

に関する技術全般情報交換、アネックスIIIは、ディーゼル代替メタノール車によるフリート試験及びその結果の解析を行うことを目的としております。

特に、NEDOは、アネックスIIIに関して(財)日本自動車研究所に委託しましてメタノールディーゼルバスのフリート・テストを昭和61年度より実施しております。このテスト

は「プロトタイプ車（ディーゼル代替メタノール車）走行試験等による資料収集調査」として3カ年計画で、下記事項に関してデータを取得中です。

- プロトタイプ車両走行試験
- 排気ガスおよび燃料消費率試験
- 燃料系統部品などの劣化調査
- その他

表2 進行中のアネックスの概要

付属協定名 (アネックス)	活動開始 時期	運営機関	アネックスの内容	
			目 的	内 容
アネックスII 自動車燃料用アルコールに関する技術全般情報交換	86年7月～ 88年12月	スウェーデン 国家技術開発 庁	自動車燃料用アルコールに関する技術全般にわたる情報交換の実施（下記III及びIVの協定の補完）	1) 燃料用アルコールに関する技術開発プロジェクト、政府活動等の調査の実施 2) 調査にもとづき技術開発環境、経済性、業界動向について分析
アネックスIII ディーゼル代替メタノール車による現場試験、解析	86年10月～ （3カ年計 画）	カナダエネル ギー鉱物資源 省	ディーゼル及びディーゼル関係エンジン車両についてメタノール利用関連資料の収集、評価及び解析	1) 各車両及びエンジンの車両性能、運転特性排出ガス、燃料消費率の現場試験調査の実施及びデータ収集 2) 調査結果及び収集データの解析によるメタノール（ディーゼル代替）車の技術可能性についての評価
アネックスIV 化石燃料からのアルコール生産に関する情報交換	86年（3カ 年計画）	カナダエネル ギー鉱物資源 省	自動車燃料用アルコール（メタノール、エタノール、高級アルコール、含酸素燃料）の製造に関する資料収集、分類及び評価	1) 化石原料からの製造法、既存プラントの運転実績に関する調査 2) 調査にもとづき、将来の共同研究の可能性について提案

NEDO：新エネルギー総合開発機構、 JARI：(財)日本自動車研究所

JATA：(財)日本自動車輸送技術協会

つぎにアネックスIVでございますが、これは化石燃料からのアルコール生産に関する情報交換を行うことを協定の目的としております。実は、IEA活動のなかに別に「バイオ協定(略称)」がございまして、そちらでバイオ関係のアルコール生産をカバーしておりますので、この自動車用アルコール協定としては、特に化石燃料からのアルコール製造に原則として限定された情報交換活動になっております。このアネックスIVについての運営を担当しているカナダのエネルギー・鉱物資源省から数百頁のレポートが私どもの方に来ておりまして、その内容について検討しているところでございます。

3. 各国のアルコール混合燃料導入状況

IEAの場で、各国から得ました情報の一部を、表3を用いてご紹介いたします。

アルコールの低濃度混合に関しましては、すでにコマーシャルベースでアメリカや西ドイツ等で実際に使われています。それから、

エタノールに関しましては、ご存じのようにブラジルでニート又はブレンドで広く使われているような状態でございます。

また、高濃度メタノール車につきましては、アメリカ、ドイツ等で大規模フリートテストが現在行われている状況でございますが、フリートテスト用燃料規格につきましては、今回のIEAミーティングの場で参加各国のデータを基に種々の観点から検討が加えられ議論されていく予定です。

一方、環境面の問題などでしばしばわが国でも話題にのぼるディーゼル車に関してはメタノールで代替するためのフリートテスト段階でございますが、現在、アメリカ、カナダ、ドイツなどの他、わが国も含めまして、種々研究開発が活発に行われ、また、その技術、情報交換等をこのIEAの場で実施しようということ、各国のディーゼル代替メタノール車フリートテストデータを記録したフロッピーディスクの交換を行うことが、カナダから提案されております。

各国のアルコール混合燃料導入状況につき

表3 各国のアルコール混合燃料導入状況

C：コマーシャル、F：フリートテスト、R&D：研究開発中

	ガソリン代替				ディーゼル油代替		改質車
	エタノール		メタノール		エタノール	メタノール	メタノール
	低濃度	高濃度	低濃度	高濃度			
アメリカ	C	F	C	F大規模	—	F	R&D
カナダ	C	—	F	F	—	F	—
ドイツ	—	—	C	F大規模	—	F	R&D
スウェーデン	—	—	F	F	F	—	R&D
イタリー	—	—	C	—	—	R&D	—
ニュージーランド	—	—	F	F	—	F	—
ブラジル	C	C	—	—	C	—	—
日本	—	—	F	F	—	F	R&D

まして、さらに時間の許す限りご説明させていただきます。

ブラジル全体のエタノールとガソリンの年間消費量は、容量ベースで半々で、エタノールとして年間800万kl程度使われており、全自動車台数の90%はエタノール又はエタノール/ガソリン混合燃料を使っています。オートタイプ車の15%から4分の1程度はニートエタノールを燃料として用いており、その他のアルコール車はE20（エタノール20%/ガソリン）前後の燃料を使用しております。ブラジルでエタノール燃料が広く用いられているのは、オイルショック時以降の輸入石油代替策に加えて国内の製糖業の振興という政策があることによります。

また、アメリカの場合についてお話し致しますと、低濃度に関しては、全ガソリン販売量の5%程度はE10であり、さらに全ガソリンの5%前後はメタノールなどを含むアルコール混合ガソリンがコマーシャルに広く使われております。

一方、西ドイツでは、全ガソリン販売量の70~80%はM3（メタノール3%、TBA3%）でございます。すなわち、容量ベースでガソリン需要の4%に相当するアルコールが実際に使用されています。

オーストリアにつきましては、国境を挟んで地続きですのでドイツに追従してアルコールブレンドガソリンを導入しており、ガソリンの国内需要の70%を供給している国営石油会社が、全ガソリンをM3としています。残りの供給分は西独からの輸入（主としてアルコールブレンドガソリン）に頼っていますので、オーストリアのガソリンのほとんどは低濃度アルコールブレンドであるといった状況

でございます。

4. アルコール燃料国際シンポジウムについて

以上、簡単にご紹介いたしましたように新エネルギー総合開発機構はIEAの場でアルコール燃料関係の情報交換を行ってまいりましたが、さらに、来年11月には国内外の要請を受けて第8回アルコール燃料国際シンポジウムを東京で開催致すことになりました。また、その開催にあたりましては、関係各機関のご協力も得ながら準備を進めさせていただきたいと思っております。アルコール燃料国際シンポジウムの過去の開催例では論文の過半が、

表4 第8回アルコール燃料国際シンポジウム*
(1988年11月13日~16日、東京)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">● 資源および生産技術<ol style="list-style-type: none">1) アルコール, MTBE, 合成ガス等の生産技術2) バイオテクノロジーなど, 関連する新技術● 利用技術<ol style="list-style-type: none">1) 自動車2) 自動車以外への利用技術<ol style="list-style-type: none">イ. 燃料電池, ガスタービン, コージェネレーション, 都市ガスロ. 鉄道, 船舶, 航空機, 産業用エンジン3) 供給, 貯蔵, 消費者への配送4) 燃料規格5) 環境安全性6) その他● 導入研究<ol style="list-style-type: none">1) 社会面, 経済面の検討2) 経済性分析3) 導入計画, 政策 |
|---|

(注) * VIII International Symposium on Alcohol Fuels (ISAF Tokyo 88)

自動車関係で占められておりますので、本
日ご出席の皆様方も、講演又はポスターセッ
ションなど、なんらかの形で多数ご参加下さる

ようご案内申し上げます。(表4)(たけした
そういち)

石油産業活性化センターに おける研究開発

(財)石油産業活性化センター

常勤理事 丹 羽 鼎

はじめに

私共の(財)石油産業活性化センターは、昨年(昭和61年)5月、石油産業が今後とも石油供給の担い手として国民経済の要請に応じていくためには、強靱な企業体質を築き、産業として活性化していくことが必要であるということから、石油業界を中心として石油開発、エンジニアリング、機械、電機、シンクタンク、金融など広範囲な関連業界の賛同を得て設立されたものでございます。設立に伴いまして、資源エネルギー庁が、従来から委託調査として実施して来ておられましたメタノール混合燃料の自動車への利用に関するフィージビリティ調査を受託して、実施しておるわけでございます。

資源エネルギー庁におかれましては、昭和55年度から、メタノール混合燃料を中心として、自動車への利用について、広範な調査研究を行って来ておられます。この調査は、低濃度から20%内外までのメタノール混合燃料を中心として、基礎物性、毒性を含む調査が行われております。

昭和60年度からは、表1に示すように、高

濃度メタノール混合の燃料を中心として、各種の調査が行われております。この調査は、消費者利益の保護を基本的な考え方の一つとして、将来メタノールが自動車用燃料として導入された時に必要な行政判断を可能とするためのデータの蓄積を図るとというのが主な目的になっております。

表2は、昭和61年度に私どもが実施いたしました調査研究の項目でございます。

これらの調査研究項目は、大部分が昭和60年度からの継続項目でございます。昭和62年度にも継続して調査研究を続けております。これらの調査研究の昭和61年度の成果の概要は、表3に掲げましたが、その内容を説明しながら、私どもの調査研究の特徴についてご説明をしたいと思います。

まず調査の項目は、オートタイプ、ディーゼルタイプ、環境影響、低濃度メタノール混合燃料に分けられ、さらにオートタイプについては燃料規格と貯蔵・流通の二つに分けられております。

これらの調査研究は、いずれも専門的な内容にわたりますので、私どもといたしましては、これらの項目を実施するに当たっては、そ

表1 新燃料油研究開発調査スケジュール

調査項目	昭和60年度	昭和61年度	昭和62年度	昭和63年度	昭和64年度	昭和65年度	備考
I. オットータイプ							
1. 研究所構内テスト	1種に候補を絞る	詳細検討	フリード試験用規格制定				
(1) 燃料規格							
① 燃焼, 爆発実験							
② 燃料添加物 (腐食防止剤, 燃料識別用マーカー, 水混入識別用マーカー)			低温 & 高温				
③ 始動性等運転性能							
(2) 燃料供給サイドの課題							
① 流通施設等の耐久性	モデル施設でのテスト						
② 燃料の変質	(定期分析, 作業環境測定)		フリード試験用流通施設基準作成				
③ 流通上の防災, 安全			実証テスト				
④ 既存設備の改造 (地下タンク, ポンプ等)		(定期分析, 作業環境測定)					
(3) 自動車サイドの課題 車輛, 潤滑油の開発			各社で実施				
(4) フリートテスト		準備 (計測方法)					
II. ディーゼルタイプ							
(1) 要素研究 (燃焼方式, 燃料仕様等)							
(2) 車両, 潤滑油の開発			各社で実施				
(3) 走行試験							
III. その他							
(1) 未燃メタノール, アルデヒド測定法							
(2) 未燃メタノール, アルデヒド環境影響							
(3) 需給, 法規制, 海外の動向, 導入プログラム等							
IV. 低濃度メタノール混合ガソリンの現用自動車への利用に関する適合性調査		コントロールフリート試験					

それぞれ適当な機関の協力を得て実施し、また、調査の実施計画、実施状況、実施結果等につきましては、それぞれの項目について、学識経験者及び関連業界の専門家から成る分科会を設け、更に、全体をまとめる委員会を設けて、広範な方々からのご検討をいただきながら進めているわけでございます。

1. オットータイプ高濃度メタノール混合燃料の規格に関する調査

この項目の調査研究としては、メタノール燃料のメタノールの濃度、メタノールの腐食性、その対策としての腐食防止剤、燃料識別用マーカ―なども含めた燃料油そのものに関する調査研究を行っております。

メタノールは、100%メタノールですと、燃えた時に炎が殆ど見えないという、いわゆる

不可視炎性を有しております。また、メタノールは、上部引火点が、+43度Cでありますので、常温で爆発混合気を形成いたします。また、メタノールは、臭いが薄いので、認知閾値が高く、作業環境の安全の面で問題があります。これらの点についての対策は、昭和60年度に調査と研究がされまして、不可視炎性に対しては、ガソリンを10%程度混合することによって、燃焼した時の炎がオレンジ色を呈する。従って、燃焼中の炎の状況がよく分かる。また、爆発混合気の形成に対しては、混合するガソリン留分の蒸気圧を調整いたしまして、出来上りの高濃度メタノール燃料の蒸気圧を一定の範囲に保つことによって、上部引火点を下げることができる。従って、常温でも、ガソリンと同程度の安全を確保することができるということが分かっております。また、臭いについても、ガソリンを少量混合

表2 調査項目一覧表

<p>1. オットータイプ用高濃度メタノール混合燃料の規格に関する調査</p> <p>1) 腐食防止剤に関する調査</p> <p>2) 燃料識別用マーカ―に関する調査</p> <p>3) オットータイプメタノール自動車の燃料油試験</p> <p>2. オットータイプ用高濃度メタノール混合燃料の貯蔵・流通に関する調査</p> <p>1) 小規模モデルによる貯蔵・流通シミュレーション試験</p> <p>2) 既存の石油製品供給設備の改造による貯蔵・流通実証試験</p> <p>3) 計量機に関する試験</p> <p>3. ディーゼルタイプメタノール自動車の開発に関する要素研究</p> <p>4. 環境影響に関する調査</p> <p>1) 排水中への流入防止策に関する調査</p> <p>2) 未燃メタノール・アルデヒド測定法に関する開発調査</p> <p>5. 低濃度メタノール混合ガソリンの現用自動車への利用に関する適合性調査</p>
--

することによって、認知し得る濃度が低くなり、安全を確保することができることが分かっております。

このようにして、まずオートタイプ用の燃料といたしましては、メタノール80乃至90

%というのが、私どもが関連する調査研究を行う場合の対象となっているわけでありませす。また、メタノールは、金属などに対する腐食性がありますので、メタノール濃度80乃至90%の高濃度メタノール燃料について、自

表3 昭和61年度自動車用高濃度メタノール混合燃料の利用に関するフィージビリティ調査の成果概要

調 査 項 目	調 査 の 目 的
I. 高濃度メタノール混合燃料の規格に関する調査	
1. 腐食防止剤に関する調査	昭和60年度の文献調査を踏まえ、金属に対するメタノールの腐食を添加剤により解決する方策を探り自動車メタノール混合燃料の品質規格にその成果を折り込む。
2. 燃料用識別マーカに関する調査	メタノール燃料の本格導入時に、ディーゼル用メタノール燃料とオートタイプ用メタノール燃料の誤用・転用を回避する識別技術を確認し、その成果をメタノール燃料の品質規格に折り込むと同時に転用防止に関する監視体制の調査、検討を行う。
3. オートタイプメタノール自動車の燃料油試験	<ul style="list-style-type: none"> ・オートタイプエンジン用燃料規格設定のため、フリーテスト用燃料仕様を、60年度選定の数種仕様について、実機による低・高温実験運転により、相対的順位を把握し、決定するための資料を整える。 ・昭和63年度管理下フリーテストのため技術的、設備的準備を整える。
II. オートタイプ用高濃度メタノール混合燃料の貯蔵・流通に関する調査	
1. 小規模モデルによる貯蔵・流通シミュレーション試験	高濃度メタノール燃料の貯蔵・流通段階における品質安定性、腐食性、作業環境における安全等に関する基礎データを把握し、技術的諸問題の抽出とその対応するための基礎資料を得る。

動車の燃料系統に使われている材料に対する腐食性の検討及び腐食防止剤に関する調査を行っております。文献等から腐食防止効果がある多数の薬品を選び、スクリーニングの結果数種類のものを選定しております、今年

度は、これらの腐食防止剤について、適正使用量等について調査を行うこととしております。

将来、オットータイプ用とディーゼルタイプ用の両方について高濃度メタノール燃料が

成	果
	<ul style="list-style-type: none"> 自動車燃料系統に用いられている金属14種類について水分、有機酸、レギュラーガソリンの添加量を変えたメタノール燃料の腐食性をテストピース浸漬試験による金属イオン溶出濃度の測定により評価した。 0.1%の腐食防止剤を添加した場合の腐食をブランクの結果と比較して、腐食防止性能を評価した。 自動車の燃料系統部品のメタノールによる浸漬試験によって各部品が今後行う循環式実体部品腐食試験に耐え得るか調べた。
	<ul style="list-style-type: none"> 高濃度メタノール燃料用として、マーカ―濃度0.1ppm程度まで容易に検出できるマーカ―(マーカ―10ppmの添加により1%転用混合の識別可能)3種を選択した。 上記3種のマーカ―の簡便な検出器具を試作した。(検出限界は、0.1~0.2ppm以下である。) マーカ―の添加場所は、オットー用とディーゼル用の燃料が同一もしくは異なるかにより、それぞれ、油槽所出口、製油所出口等が考えられる。
	<ul style="list-style-type: none"> 低温始動の限界温度を与える燃料の順位付けを実機試験により行い、資料の蓄積を行った。結果は60年度における検討結果と同じであることを確認した。 この中で高温再始動性に問題があるものがあつた。但し、これらの実験調査結果の評価については、62年前半試験終了後結論を出す。 燃料・潤滑系統の安全性、信頼性の評価計測手法として、フェログラフィの技術の修得、運転性を定量的に評価する手法としてドラビリメーターの基本設計、燃料規格管理の手法としてメタノールの濃度を容易に測定できるアルコール濃度計の開発を行った。
	<p>60年度に実施された冬期実験に引続き、夏期での実験を行い冬期・夏期を通しての総合評価を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 貯蔵安定性については、組成による安定性について冬期・夏期を通しての資料を得、今後の実証試験等における留意、検討の対象範囲を示した。 作業環境の安全性については夏期・冬期を通じての貯蔵・流通の各段階におけるガス濃度の知見を得、資料の蓄積を図つた。 各種装置材料の腐食については、現在ガソリンの貯蔵・流通のシステムで一般的に使用されているものについて、高濃度メタノール混合燃料用装置材料として、実用上「使用可能と推定されるもの」……炭素鋼、天然ゴム等、 「使用可能と考えられるが、使用にあたっては注意を要するもの」……亜鉛、エポキシコーティング、ニトリルゴム等、 「使用不可もしくは嚴重な注意が必要なもの」……アルミニウム、鉛、多硫化ゴム等、の3つのカテゴリーに分類した。

表3 のつづき

調 査 項 目	調 査 の 目 的
2. 既存の石油製品供給設備の改造による貯蔵・流通実証試験	高濃度メタノール混合燃料を現行自動車ガソリンの流通形態と同様な立地・設備・システムで取扱い、流通経路における品質の安定性、排水処理、設備安全性、環境安全性等に関する技術的問題点の抽出とその対応を検討するための知見を得る。
3. 計量器に関する試験	既存の石油計量器を高濃度メタノール混合燃料に改造して、現行の給油形態と同様な設備・システム・方法で実液による実流試験を行い、計量器としての性能、安全性等技術的問題点の抽出と、その対応を検討するための知見を得る。
III. ディーゼルタイプメタノール自動車の開発に関する要素研究	60年の文献調査、予備実験結果を踏まえ、ディーゼルタイプメタノール自動車エンジン開発に資する基礎データの整備・蓄積を行う。
IV. 環境影響に関する調査 未燃メタノール・アルデヒド測定法に関する開発調査 排水中へのメタノール混入防止策に関する調査	メタノールエンジンの開発と排気物質を評価する際に必要となる未燃メタノール及びアルデヒドの測定の開発調査を行う。 S/Sでの排水の処理の安全性について技術的問題点の抽出と対応検討のための知見を得る。
V. 低濃度メタノール混合ガソリンの現用自動車への利用に関する適合性調査	低濃度メタノール混合ガソリン使用時の現用自動車の特に燃料・燃焼・排気系統の耐久性、信頼性、水分の影響を調べる。

成	果
	<ul style="list-style-type: none"> ・製油所サイド、給油所サイドの貯蔵・流通試験設備を建設し、燃料配送設備として4kl専用ローリー、耐メタノール計量器を準備した。62年度も同実験を継続し資料の蓄積を図る。 ・製品品質の安定性については、M80、M90について比重、メタノール濃度、水分、蒸気圧、蒸留性状、実在ガム、酸化安定度等を測定し、貯蔵・流通の各段階での経済的性状の安定性について冬期での資料の蓄積を行った。 ・設備の安定性については、タンク気相部ガス組成測定の結果、製油所、SSサイドのいずれも、気相のガス濃度は混合物の爆発上限界を上回り、安定であると考えられること、また、蒸気圧と上部引火点の関係においても安全であるとの知見を得た。 ・作業環境の安全性については、製油所、給油所両サイドにおいて、いずれのガス成分も労働安全衛生法に基づく管理濃度を越えておらず安全であった。 ・給油所からの排水については、現行給油所の散水、雨水による排水量、廃油量の実態調査を行った。メタノール排水処理法についての文献調査を行い、生物分解法、酸化分解法について知見を得た。
	<p>接液部の改造の程度により、①既存の一般ガソリン用計量器を設置現場で改造できる程度の設計による「改造型」、②各部にわたって腐食対策を行った「M85仕様」の2種の計量器を試作し、前記筑波貯蔵・流通施設(給油所)に設置し、実流(60kl/月)により実給油と同様な方法で稼動し・精度・作動・漏洩・部材への影響について実験調査し資料の蓄積を図った。計量器精度、作動、漏洩等の変化はなかった。各部材質への影響も現段階では特に見られない。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・燃焼方式に関しては、MDS(メタノール筒内噴射火花点火方式)方式について、新しいコンセプトの導入により、機関性能、排出ガス特性、着火安定性に優れた方式が大・中型単シリンダーエンジン実験により確認され、最適燃焼方式選択のための基礎データの蓄積が行われた。 ・燃料仕様については、M80・M100の機関性能(熱効率)、排出ガス特性に及ぼす影響が検討され資料の蓄積を図るとともに、仕様の共通化についての今後の課題を明確にした。 ・排出ガス対策方式の検討については、M85、M100に対する現状触媒コンバーターの浄化特性を明らかにして、資料の蓄積を図るとともに今後の調査研究の対象範囲を明確にした。 ・エンジン部品の耐久性の検討については、実車両走行により点火プラグの耐久性とエンジンオイルの劣化状況について予備実験を行い資料の蓄積を図った。
	<p>60年度の文献調査に基づき(1)バッチサンプリング法として、DNPH法をメタノール自動車排気測定に適した基準的方法とするため、メタノール自動車排気試料(ホルムアルデヒド)を用い吸収効率、吸収液・抽出液中のDNPH誘導体の保存性、捕集ラインでの温度の影響、測定の実現性を調べ、DNPH法によるアルデヒド分析装置の一次試作を行った。</p> <p>その他未燃メタノール測定法、連続分析法についても、文献を主体に調査を行い、今後の開発調査の課題を明確にした。</p> <p>前記Ⅱ(既存の石油製品供給設備の改造による貯蔵・流通実証試験)参照</p>
	<p>60年度累積走行平均22,000kmに引き続き実走行モニターテストを行った(61年度累積平均33,000km)。運転性について高温運転性(始動不良)、冷間加速性等の問題が生じ、60年とほぼ同様な傾向が見られた。又、燃料タンク中の水分、潤滑油性状老化につき基礎試料の蓄積を行った。</p>

市場へ出た場合には、これらの誤用や転用を避けるために識別用マーカーが必要となります。フルフルール等第三種のマーカーを選定して、昨年度で調査研究を終了しました。燃料油に関する調査としては、高濃度メタノール用に試作したエンジンや自動車を使用して、メタノール混合率80%から90%で蒸気圧やガソリン留分を変えた燃料について、低温始動性や高温運転性を調べまして、メタノール濃度、蒸気圧、混合するガソリンと留分等の最適組合せを決めようとしているところであります。

2. オットータイプ高濃度メタノール混合燃料の貯蔵・流通に関する調査

この調査では、高濃度メタノール混合燃料の製造と貯蔵、供給スタンドにおける自動車への供給という貯蔵流通過程における問題点を調査研究しています。

まず、シミュレーション試験設備を設けて、貯蔵・流通の過程で使用されている材料に対する燃料の腐食性、燃料の品質安定性、取扱い作業上の問題点などについて調査研究を行いました。その結果を踏まえて昭和61年度から既存の石油製品供給設備の改造による貯蔵・流通実証試験を行っております。この調査では、高濃度メタノール混合燃料を製造して貯蔵する設備を茨城県鹿島地区に建設し、メタノールを自動車に供給するガソリンスタンドと同様の施設を筑波研究学園都市のある谷田部地区に建設して、実際のガソリンの貯蔵・流通と同様な取扱いをして、貯蔵・流通段階で発生する問題やその対策に関する調査研究を行っております。計量機につきまして

も、メタノール混合燃料は腐食性がありますので、メタノール燃料用に、現地で実施し得る程度の改造を加えたものと、材質等についてかなりの改造をしたものとの二種類の計量機を作りまして、これを先程申しました貯蔵・流通実証試験設備に組み込みまして、実際と同様の運転をして、精度と耐用性についての調査・検討を行っております。

3. ディーゼルタイプメタノール自動車の開発に関する要素研究

メタノールは、セタン価が3でございますので、ディーゼルタイプへの使用には、非常に困難な問題があります。現在、燃焼方式や燃料の仕様についての要素技術を中心に研究を行っているところであります。

4. 環境影響に関する調査

環境影響と言いますと非常に範囲が広いのですが、メタノール燃料供給スタンドにおいて排水中へメタノールが流入し、外部へ排出されることを想定して、どの程度の量が排出されるのか、排出された場合どのような対応策があるか等について調査検討を行っています。また、メタノール燃料を使用する自動車の排ガスには、未燃メタノールやアルデヒドが含まれることは周知のことでありまして、メタノール自動車の問題点の一つになっております。まず、これらの成分を分析測定する方法を確立する必要があります。バッチ式の方法としては、各種の方法からDNPH法を選定して測定法の確立の検討を行うとともに、連続的な測定法の開発を実施してお

ります。未燃メタノールについても、測定法の研究を行っております。昭和62年度には、これらの調査研究に加えて排ガス成分についての検討も行うこととしております。

5. 低濃度メタノール混合ガソリンの現用自動車への利用に関する適合性調査

この調査は、昭和60年度から実施しております。メタノール3%混合ガソリンで、相溶剤としてターシャルブタノール2%を含みますが、そのような燃料を使って、59年型の現用自動車22台を使って、管理下フリートテス

トを実施しております。昭和61年度末で1台当たり平均32,000kmを走行しておりますが、メタノール混合燃料のためと考えられるいくつかの問題点も発生しております。現在も走行テストを継続しておりますので、今年度の結果が注目されるところであります。

このように、オートタイプとディーゼルタイプを含めて、高濃度メタノール燃料の自動車への利用について、総合的に、多面的な調査研究を行っております。オートタイプにつきましては、昭和63年度から管理下フリート試験を行うこととしております。

(にわ かなえ)

メタノール自動車の研究開発動向

(財)日本自動車研究所 研究主管 金 栄 吉

私は、いままでのお話とは多少趣を異にしまして、メタノールエンジン自動車の技術面についてお話をさせていただきたいと思います。

始めに、メタノールの利用技術にはどのようなものがあるのか、またその特徴はどうかについて、ガソリン代替のオットータイプのメタノールエンジンと、ディーゼル燃料代替のディーゼルタイプのメタノールエンジンについてお話いたします。

つぎに、それらの利用技術の開発課題は何か、さらに、利用技術の研究開発状況、つまり各メーカーや研究機関、大学などでどういう研究がなされており、どういう開発段階にあるのか、お話したいと思います。以上は総論的なお話です。

その後で、具体的に、オットータイプのメタノールエンジンの中身について、各論的な話をいたします。このタイプでは今いろいろな開発がなされていますが、第1に、メタノールの予混合気に火花で点火する方法があります。ここでは均質法 (G_1) と呼んでいますが、この方法が主流でありまして、フォード、フォルクスワーゲン、D. ベンツ、GMなどで行われております。わが国でも各メー

カーで技術開発が行われておりますが、代表的な例として、フォードやGMのものについてご紹介したいと思います。

つぎに、ディーゼルタイプのメタノールエンジンですが、今までのお話にもありましたように、また皆さんもご承知かと思いますが、メタノールは、セタン価が3ぐらいで圧縮着火性が非常に悪い。そのためいろいろな方法が研究されておりますが、まだ最終的な実用的方法は見出されておられません。現状では大きな研究課題が残されていると理解してよろしいかと思えます。

開発中の方法には、二燃料噴射法(デュアルフューエル・インジェクション)があり、その研究開発はJARI(日本自動車研究所)、ボルボ、アーヘン工大・KHDで試みられています。またガス化予混合法、これはガスエンジン法ですが、D. ベンツで研究開発中であります。

また現在期待がかけられているものにスパークアシスト法やグローアシスト法があります。その中でよく知られているものでは西ドイツのMANのFM法、GMの2サイクル法、それから運輸省のフリーテストに供されている日本メタノール(株)のメタノール車(小松

製)やJARIのメタノールパスがあります。これは、これまでのお話にごさいましたIEAの実走行試験に供されております。それは、JARIが工技院の補助金を得て開発したものを、NEDOからの要請を受けて、IEAの共同研究の一環として実施しております。

さらに、改質法があり、また最近話題になっている壁面衝突微粒化法があります。ディーゼルタイプのメタノールエンジンは特に軽負荷時の効率が悪いという面がありますが、その点を多少改善できると思われる方法でごさいます。ピストンの中心面に噴霧をぶつけて微粒化してクラウドを作り、それにスパークないしグローで火をつける手法であります。現在、キャタピラー、日本クリーンエンジンおよびJARIにおいて研究が進められております。

1. 利用技術の種別とその特徴

まず利用技術の種別(コンセプト)とその特徴を表1にまとめてみました。

それらはガソリン代替とディーゼル燃料代替に大別できます。つまりオートタイプとディーゼルタイプのメタノールエンジンでございますが、オートタイプについては、ニート・高濃度利用で、メタノール均質混合気を使う方法、層状給気を使う方法、それからメタノールを排気熱触媒で一酸化炭素と水素に改質して熱効率を改善できる改質法があります。

最近では、ニート・高濃度利用の他に、0%から100%のどんなメタノール混合率でも使用できるフレキシブル・フューエル・ピークル(FFV)という方法があります。これは、

燃料タンク中のメタノール混合率を検出し、負荷に応じて要求される発熱量、燃料の量をコンピュータで計算してエンジンに供給する方式でございます。

ディーゼルタイプのメタノールエンジンでは、まずフュミゲーション法があります。これは従来のディーゼルエンジンの吸気管に、メタノールを気化器ないし噴射ノズルで供給する方法であります。吸入するメタノール量を次第に増量して参りますと、メタノールの気化潜熱によって混合気の温度が下がり、燃焼が悪くなりますので、大体60%ぐらいが限界かと思われま。

フュミゲーション法は軽油主体の利用法であります。メタノール主体の利用法としては二燃料噴射法がございます。これは各燃焼室に各々2本のインジェクターを装着し、そのインジェクターに2系統の噴射ポンプで火だね用の軽油と出力制御用のメタノールを供給する方法であります。

そのほかに、軽油を全く使用しないニート・高濃度利用の方法がございます。この場合、メタノール噴霧は圧縮着火しにくいので、スパークないしグローでアシストして、着火させる必要があります。スパークアシスト法ないしグローアシスト法と呼ばれていま。

スパークで着火させる方法の中には、メタノールをガス化し、予混合気を用いるガスエンジン予混合法があります。さらにユニークな手法としてはオートイグニッション法がありまして、GMが開発中の2サイクルエンジンを対象とするものであります。2サイクルは残留ガスが多いので、その残留ガス中のラジカルをうまく活用して着火源とする方法であります。

そのほか、オットータイプの場合と同様に、ニート利用の改質法もございます。この場合、メタノールをいつもすべて改質するわけではなく、液状メタノールと改質ガスを負荷の状況に応じて最適な割合で利用するものであります。

2. 各種利用技術の主な開発課題

主な利用技術をまとめた表1の中で、ガソリン代替のための均質法(G₁)と改質法(G₂)、軽油代替のための二燃料噴射法(D₁)、スパーク・グローアシスト法(D₂)、および改質法(D₃)について、どういう開発課題があるのかを取りまとめたのが表2であります。

まず、ノーマルで開発しやすい利用技術としてG₁があるわけですが、これについては始動装置の開発(M100の場合)とか、燃料供給系の流量調整、燃焼室の改造および吸気マニホールドの改善が必要となります。それから、点火プラグは表面着火が起きやすいので、より熱価の高いプラグに変える。メタノール混合気の燃焼速度はガソリンに比べて速くなりますので、出力などの最良の点火時期特性が変わります。排気ガスを浄化する触媒コンバータは、より低温活性の優れた触媒コンバータに変える必要があります。むろん燃料系統の部品材料は耐メタノール性材料に変えることが不可欠です。燃料タンクの容量については、発熱量の減少分だけ見直しが必要です。

表1 利用技術の種別（コンセプト）とその特徴

主用途	利用技術区分		対象となる燃料の諸元
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 N A	ニートないし、高濃度アルコール
		層状給気法	同上
	ニート利用・改質法		ニートメタノール
	その他	FFV法	0~100%アルコール混合ガソリン
ディーゼル油代替	フュミゲーション法	気化器方式・噴射方式	軽油+アルコール（混入率10~60%）
	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 { 渦室 予室 直射	火種用；軽油 主燃料；アルコール 軽油代替率（70~95%）
		2ポンプ・1インジェクション法	軽油+アルコール（10~50%）
	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 { 渦室 予室 直噴	ニートないし、高濃度アルコール
		グローアシスト・オートイグニッション法	
	ニート利用・改質法		同上
その他	着火促進添加法		

それから、耐久性と信頼性が最も大きな課題と思われませんが、その意味で潤滑・摩耗の問題があり、潤滑油の開発もむろん必要かと思われれます。

つぎに軽油代替であります。二燃料噴射法にもスパーク・グローアシスト法にも開発課題がありまして、それは表2に示す通りであります。スパーク・グローアシスト法での一番大きな問題は、先ほどもお話ししましたように、軽負荷時の燃焼が在来のディーゼルに比べて悪い点であります。したがって、燃焼室の開発がこの手法の成否を決める主題と思われれます。すなわち、広い運転範囲で、メタノール噴霧を常に安定して完全燃焼させうる燃焼室の開発が必要となります。噴射ノズ

ルの形状、噴射ノズルの配置、点火プラグとの相対位置、気流との関係などで最適な組み合わせを求めなければなりません。そのほかに、噴射ポンプ、触媒コンバータ、点火プラグ等の耐久性の問題もあろうかと思われれます。

3. 各種利用技術の研究開発状況

各種の利用技術の開発状況を表3に示しました。開発状況としてはいろいろな段階があります。基礎研究、応用研究、開発研究、フリーテスト、商品化研究などあります。

表3では、各方法を公開データに基づいて表示しております。G₁につきましては、ブラジルのエタノール自動車はVの商品化研究に位

利 用 技 術 の 特 徴			
エ ン ジ ン 諸 元			
サイクル	混 合 気 の 特 性	燃 料 の 供 給 法	着 火 ・ 燃 焼 方 式
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	シリンダ内直接噴射方式	同 上
〃	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
〃	均 質 予 混 合 気	マニホールド燃料噴射方式	同 上
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
〃	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・アルコール噴霧	同 上	同 上
〃	}メタノール噴霧 均 質 予 混 合 気 }メタノール噴霧	シリンダ内直接噴射方式	圧縮着火+スパークアシスト
二サイクル		混合器NA方式 シリンダ内直接噴射方式	火花点火 オートイグニッション+グローアシスト
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

置するかと思えます。それはエタノール車ですが、メタノール車については表3に示したように、現状はフリートテスト段階にあると見られます。これには米国カリフォルニア(CEC)のフリートテストや西ドイツ研

究技術省のフリートテストがございます。それにはフォード、フォルクスワーゲン、GMが参加しています。日本の運輸省主導のMFV(日本メタノール㈱)やD.ベンツも同じ段階と思われまます。また日本の各自動車メーカ

表2 各種利用技術の主要な開発課題

主要用途	利用技術の種別 (方式)	特 徴	
		燃料仕様	エンジン仕様
ガソリン代替	ニート・高濃度利用均質法(G ₁)	ニート ないし、 高濃度アルコール	気化器、マニホールド噴射による液状メタノール供給、予混合気火花点火
	ニート利用・改質法(G ₂)	ニート (M100)	メタノール排気熱改質ガス吸入、液状メタノールマニホールド噴射、供給予混合気火花点火
軽油代替	ニアニート利用・二燃料噴射法(D ₁)	主；メタノール補(火種用)；軽油	軽油／メタノール二燃料直接シリンダ内噴射、軽油噴霧圧縮着火
	ニート・高濃度利用強制着火法(スパーク／グローアシスト法)(D ₂)	ニート ないし 高濃度アルコール	液状メタノールシリンダ内直接噴射、メタノール噴霧スパークアシスト
	ニート利用・改質法(D ₃)	ニート	メタノール排気熱改質ガス吸入、液状メタノールシリンダ内直接噴射、メタノール噴霧スパークアシスト

ーは開発研究の段階にあると理解しております。

二燃料噴射法については、JAR Iが渦室を利用する方法で、ボルボとアーヘン工大・KHDは直噴式のプロトタイプ車を一応開発

しまして、実走行テストを行っております。

ニート利用および高濃度利用の強制着火法につきましては、ご承知のようにMAN, D, ベンツ, GM, 運輸省のMFVおよびJAR Iにおいて開発中であり、実走行テストが行

主 要 開 発 ・ 改 善 箇 所

- ①始動装置（ガソリン、ニートの場合）。
- ②気化器、燃料噴射装置；発熱量の少ない割合だけ流量増加の調整。
- ③燃焼室；メタノールはオクタン価が高いので、圧縮比を高める（11～13）。
- ④吸気マニホールド；気化潜熱はガソリンに比べ4倍大きいので、気化性が悪くなる。
受熱面大きく気化性の改善。
- ⑤点火プラグ；表面着火が起き易いので、より熱価の高いプラグに交換。
- ⑥燃焼速度が速くなり要求進角が小さくなるので、進角特性を変更する。
- ⑦触媒の浄化特性が異なるので、メタノールの低温活性の高い触媒に変更する。
- ⑧燃料系統の部品材料は耐メタノール性に変更する。
- ⑨燃料タンクの容量の増大、発熱量1/2のため。
- ⑩ギ酸が発生し、シリンダ摩耗等を増大させるので、摩耗の少ない潤滑油に変更する。
- ⑪通常のシングル、マルチグレードの潤滑油は吸気系のデポジット等の汚れを起こすので、汚れを生じない高分子添加剤が少ない潤滑油に変更する。

G₁の②、③、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩は共通事項、その他下記が追加。

- ①始動装置（ガソリン混合、ガソリン始動は不可）。
- ②排気熱改質器（メタノールをH₂、COに変換）。
- ③液状メタノール、改質ガス量、噴射時期、点火時期等の制御装置。

- ①燃焼室；広い運転条件で常に軽油火種で、メタノール噴霧を安定に着火させ、熱効率が高く、排気の清浄性の高い燃焼室の開発が主題。
- ②軽油／メタノール二燃料噴射ポンプ、ガバナ、タイマ。
- ③燃料系統の部品は耐メタノール性に変更する。
- ④噴射ノズル（耐摩耗性）。
- ⑤燃料ポンプ（高温運転性）。

- ①燃焼室；広い運転範囲で、メタノール噴霧を常に安定して、完全に燃焼させ得る燃焼室の開発が主題、ノズルの形状、位置、点火プラグとの相対位置、気流との関係で最適値を索る。
 - ②噴射ポンプ
 - ③排気浄化装置（触媒コンバータ；NOXは希薄混合気で、CO、未燃燃料、アルデヒドは酸化触媒で浄化）
 - ④高圧点火装置（マルチスパーク）、制御装置 ⑤高圧点火プラグ
- その他、D₁の③、④、⑤は共通

- ①燃焼室；広い運転範囲で、改質ガス＋メタノール噴霧を常に安定に燃焼させ、高い熱効率、浄化性能を得られる燃焼室の開発が主題。
 - ②噴射ポンプ。
 - ③排気熱改質器。
 - ④液状メタノール量、改質ガス量、噴射時期、点火時期等の制御装置。
 - ⑤触媒コンバータ
- その他、D₁の③、④、⑤およびD₂の④、⑤は共通。

われております。

改質法については、JARIが工技院からの補助金を得てプロトタイプ車の開発を行いました。以上のようなことが現状かと思われ
ます。

4. オットータイプ・メタノールエンジンの 開発状況

時間の制約で細かい説明は省略いたします
が、表4がフォードの研究開発プロセスであ

ります。同社は、そこに示すように四つのス
テップで開発を進めてきております。最終ス
テップでは、ご承知のようにカリフォルニア
州のフリーテストに参画しまして、600台近い
車、それはプロダクションカー(工場生産車)
ですが、を使いまして、表4の下欄に示した
ように比較的良好な開発結果を得ております。
そのフリーテストの結果では、ハイドロカ
ーボン(HC)については同州の基準をクリア
していますが、NOXについては必ずしもク
リアできておりません。航続距離もフリート

表3 各種利用技術の研究開発状況(オープンデータベース)

主用途	利用技術区分		研究
			I 基礎研究 (エンジンベンチテスト)
ガソリン代替	ニート利用	均質法 気化器方式・噴射方式	{ ターボ N A
		層状給気法	北大, Ford, PORSCHE
		改質法	早大, RIT, TOYOTA, ウィスコンシン大, テキサス大, 農工大・富士重工
	その他	FFV法	
ディーゼル油代替	フューミゲーション法	気化器方式 噴射方式	日大, ウィスコンシン大, RICARD, SWRI D. Benz, VOLVO, 北大, Cummins
	ニアニート利用 (二燃料噴射法)	2ポンプ・2インジェクション法	{ 渦室 予室 直噴
		2ポンプ・1インジェクション法	北大, JARI JARI, MWM, SWRI, Aachen工大
	ニート利用・ 強制着火法	スパークアシスト法	{ シリンダ噴射 予混合 直噴
		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	
その他	着火促進添加法		SHELL, D. Benz B, VOLVO
	混合利用		JARI, NRI, Aachen工大,

テストの目的の一つですが、200マイル走行が可能になって、目標は達成されています。なお始動性には問題はなかったようであります。

GMの開発例を図1に掲げておきました。

5. ディーゼルタイプ・メタノールエンジンの開発状況

表5にMANのFMメタノールエンジンの開発ステップが示されています。同社は多年研究開発を進めてきた多燃料エンジンの開発

成果に基づいて、1974年から西独研究技術省の要請を受けて研究を始め、プロトタイプ車を開発し、最終的にはカリフォルニア州(C E C)のデモンストレーションテストに開発車両を提供して、テストを行っております。その結果は表5の下欄に示すように、良好な熱効率と良好な排気エミッション値を得ております。エミッション値はカリフォルニア州のディーゼル車の基準をクリアしています。

D₂のスパーク・グローアシスト法のなかで比較的開発の進んでいるのは、MANのFM

の 種 別 ・ 開 発 の ス テ ッ プ			
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
RICARD	NISSAN, TOYOTA MATSUDA, MITSUBISHI	VW, Ford, GM. MFV, D. Benz	VW. B, Ford. B GM. B
JARI		↑ G ₁	
NISSAN, SERI. JARI, VW, GM, MATSUDA	↙ G ₂		
PORCHE	Ford		
	MWM	JFRI, VOLVO Aachen工大・KHD	← D ₁
いすゞ			
		MAN, MFV/ KOMATSU D. Benz GM/DDA	← D ₂
JARI 工学院大・小松	← D ₃		
ミゾリローラ大			

表4 Fordの研究開発プロセス

ステップ(年度)	I. (1978)	II. (1979)	
開発主題	既存のガソリン車をベースに性能調査	ニートエタノール乗用車エンジンの開発	
目標	なし	1) ガソリン車をベースに燃費悪化を25%以内。 2) -15℃でも始動可能であること。	
開発・使用場所	ブラジル	ブラジル	
開発内容	1. 主燃料 (始動用補助燃料)	80~90%エタノール (20~10%ガソリン)	near neat エタノール (10℃以下の冷時ガソリン始動)
	2. ベース エンジン	76年型 セダン 1400CC 77年型トラック 2300CC 78年型 セダン 1400CC	Corcel 1600CC Landau 5000CC
	3. 主開発・ 改善箇所	・空燃比特性・調整 ・点火時期特性・調整	・シリンダヘッド バルブシート、ガスケット、吸排気弁 ・気化器 ボディ、スロットルシャフト、アイドルニードル、加速ポンプ、ピストンステム、パワージョット、バキュームコントロールシステム、燃料リターンチューブ、加速ポンプスプリング ・燃料タンク リターンチューブ、レジスタンスボックス、フロートレバー、フェューエルセンターフランジ、フィルタ、ファイラーキャップ、キャップシールリティナー、ロックストライカースプリング、タンクアッセンブリ ・燃料ラインとフィルタ フィルタエレメント フィルタエレメントヘッド ・燃料セカンダリーフィルタ フィルタボディ、フィルタエレメント、フィルタエレメントヘッド、燃料ラインチューブ ・燃料ポンプ タワー・カバー ・インテークマニホールド ・コールドスタータ
	4. 開発規模 (台数)	3	2
	5. 開発結果 (性能・排気)	・E100はベースガソリンに比べ、熱効率は10%改善 ・容積燃費はベースの70%、30%の悪化 ・HC は30%減 CO 84%減 NOx 5%増	・熱効率は36%改善され、容積燃費はガソリンの85%、15%の悪化 ・始動用ガソリンリザーバーを装着し、自動的に-15℃で始動可 ・動力性能(加速性)はガソリンと同程度

III. (1981~1983, 3)	IV. (1983, 4~)
ニートメタノール乗用車の開発(CEC, LOS, FLEET)	ニートメタノール乗用車の開発(CEC, CALIF. FLEET)
1) CALIF. 1982スタンダードを満足すること。 2) CAFE (27.5mpG) をクリアすること。	1) CALIF. STANDARD クリヤ。 2) CAFE クリヤ。 3) 200マイル走行可能であること。
USA	USA
82.11まで、94.5%メタノール+5.5%イソペンタン 以後、90%メタノール+10%ガソリン	90%メタノール+10%冬期無鉛ガソリン
81年型 Ford Escort 1600CC	83年型 Ford Escort 1600CC 高出力エンジン (HC) 4ドアセダン, AC, ステーションワゴンAT
<ul style="list-style-type: none"> ・ピストン (ε=11.4) ・インテークマニホールド ・ディストリビュータ ・点火プラグ ・気化器 ボディ, バワバルブディスク・ピンワッシャ, エア ホーン, 燃料インレットニードルスプリング・チップ ・クリップ, ベーパーバルブスプリング, プース タベンチュリー, シュータアッセンブリー, 加速ポン プワッシャ・ピン・リターンズプリング, プライ マリスロットルシャフト, セカンダリスロットルシ ャフト ・燃料タンク ・タンクボディ, ベントチューブ フィルタチューブ, ソルダ, フィラパイプアッセ ンブリー, ロッキングリング ・燃料センター チューブ・フランジアッセンブリー フロートアーム, フロート ・燃料ライン ・燃料ポンプ ハウジング, バルブワッシャ, ダイヤフラム ・EGR 増量, 温度センサ装着 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガスケット ・インテークマニホールド PTCヒータ ・ピストン (ε=11.8) ・ディストリビュータ ・点火プラグ ・気化器 (左記と変更した箇所) バワバルブディスク・ピン・ワッシャ, 加速ポン ピン, フロートアッセンブリー, スロットシャフトス クリュー, フロートヒンジピンアイドルアジャスト ニードル ・燃料タンク (左記と変更した箇所) タンクボディ, ベントチューブ, フィラチューブ, フィラパイプアッセンブリー, ロッキングリング, サ ポートストレーブ ・燃料センサー (左記と変更した箇所) チェックバルブ ・燃料ポンプ ハウジング, バルブワッシャ 燃料タンク (51.1リッター) 装着 ・ピストンリング
40	600
<ul style="list-style-type: none"> ・CALIF スタンダードクリヤ NOx ; 0.25/0.40 CO ; 3.77/7.00 THC ; 0.18/0.39 ・CAFE クリヤ ; 28.7mpG ・最大出力はガソリンに比べ17%増加 ・最大出力時燃費 (BSFC) は10%減少 	<ul style="list-style-type: none"> ・CO, THC は CALIF スタンダードクリヤ, NOx はクリヤせず NOx ; 0.47~0.61/0.40 CO ; 1.76~3.51/7.00 THC ; 0.34~0.40/0.39 ・200マイル走行は可 (231~240マイル) ・-18℃, 6~10秒始動可

法ではありますが、この方法でも、点火プラグや触媒コンバータなどのコンポーネントの耐久性についてみますと、図2に示すように、まだ課題が残されています。この図は、CECのフリートテストの指導をしているアクセルックス社のデータであります。各コンポーネントのトラブルの発生状況や交換状況を示しています。それを見れば、点火プラグ、触媒コンバータ、噴射ポンプ、燃料ポンプの

耐久性についてまだ問題があることがわかります。

つぎに表6はGMの開発例ですが、同社はMANに比べて開発の歴史が浅く、しかも電子制御が多くて開発要素が多いこともあって、種々の問題が残されており。GMでは残留ガス中のラジカルを活用して圧縮着火性の改善を図っていますが、それには電子制御を多用しておりまして、その辺の耐久性や

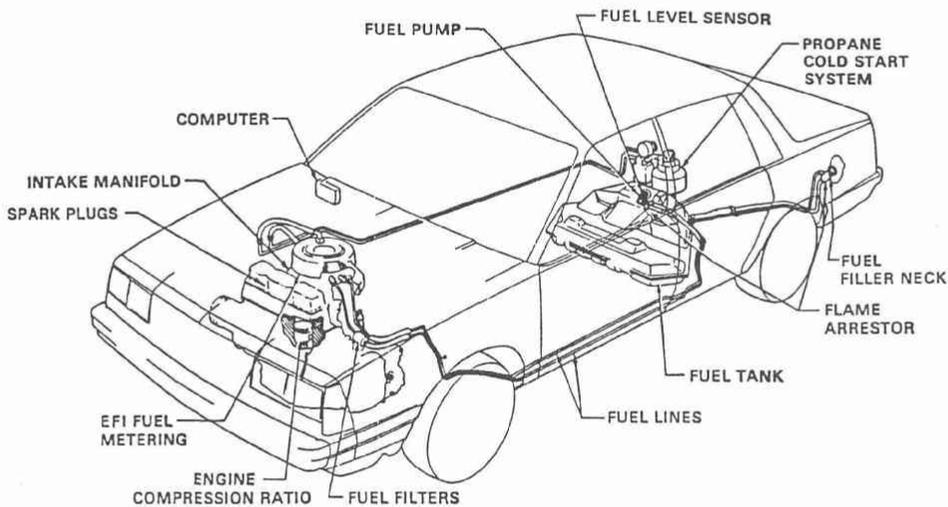


図1 メタノール車への改造

品名	走行距離 (km)				
	0	20 000	40 000	60 000	80 000
Spark plugs	◎	☒ ◎ ◎ ◎	◎ ☒ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎		
Distributor cap and rotor	◎	◎		◎	
Catalyst		☒		☒ ☒	
Fuel pumps	☒			☒ ☒	
Injection pump				☒	

- ◎ 部品取替
- ☒ 部品故障

図2 MAN社メタノール・バスの部品の耐久性、信頼性テストの状況

信頼性にまだ問題が残されています。その開発結果を見ますと、NOxは比較的low減できていますが、 hidrocarbonの排出量のlow減ができないところが問題かと思われます。

表7はJARIのスパークアシスト方式のメタノールエンジンの開発概況でございます。ここでも、軽負荷時の燃焼改善、および点火プラグや触媒コンバータの耐久性と信頼

表5 MANのFMメタノールエンジンの研究開発ステップ

ステップ(年度)	I. 1974年以前	II. 1974	III. 1979～	
開発主題	BMFTフィジビリティスタディ	MAN方式直接噴射ディーゼルエンジンの開発に関する西ドイツBMFTプログラム, BMFTフィジビリティスタディ		
目標	エタノール, ディーゼルの二種燃料エンジンの開発	フルサイズのエンジンシステムおよび車両システムを開発し, フリートテストを通して, メタノール利用技術としての可能性の詳細を明らかにする。		
開発, 使用場所	西 独			
開発内容	1. 主燃料	エタノール, MAN-Mディーゼルエンジン	メタノール	
	2. ベースエンジン	4サイクル水冷直列6シリンダ, D1246MV 3A, 圧縮比25	L9204 FM (非コマーシャル) 四サイクル空冷4シリンダ92φ×100	D0836 FM, D2566M (コマーシャル) 四サイクル6シリンダ108×128, 125φ×155
	3. 規模	小	小	
	4. 主要開発改善箇所	●燃料供給装置はディーゼル/アルコール(エタノール)の二燃料にデザイン。いずれの燃料でも運転可。始動, 停止時にディーゼルに切替える。	●燃料室(FMシステム) FMエンジンシステムおよび車両システムを開発し, フリートテスト実施。	●ディーゼル並みの圧縮比 ●単一ホールノズルによる直接噴射 ●燃料の壁面蒸発 ●電気着火 D2566 FMエンジンシステムを開発しバス車両システムとしてまとめ, フリートテスト実施 ●触媒コンバータ
	5. 開発結果(性能, 排気)	●燃費率はエタノールはディーゼルにくらべ, 10%でいど悪い。 ●排気はスモークレスである。 ●出力・トルクはディーゼル以上である。	●熱効率はディーゼルにくらべ(全負荷)3%良い。 ●出力・トルクは大凡10%増加する。 ●-20℃まで始動可 ●フリートエネルギー消費率もディーゼルより良好。	●熱効率は広範囲で40%をこえ, 最大41%を達成。 ●排気エミッション; 82カリフォルニア規制値をクリア(13モード) HC; 0.9g/HPh, NOx; 30 " CO; 1.5 " HC+NOx; 3.9 " ●燃費; エネルギー消費率でディーゼルバスより良好。(市街地モード)

表6 GM/DDAのメタノールバス研究開発ステップ

ステップ(年度)	1. 1982			
開発主題	カリフォルニアCECメタノールコーチプログラム			
	(イ) シングルシリンダエンジンテスト	(ロ) マルチエンジンテスト	(ハ) コーチテスト	
目標	<p>都市内のパーティキュレートを低減する将来技術としてメタノールバス利用技術の確立を図る。開発方針は下記、</p> <p>(イ) エンジンはノーマル温度範囲内では、すべての負荷車速の範囲でオートイグニッションにより回転する。</p> <p>(ロ) ハードウェアの変更範囲は最小とする。</p> <p>(ハ) エンジン運転状態に要する燃料流量とタイミングをフレキシブルに変えられるエレクトロフェューエルインジェクション方式を用いる。</p> <p>(ニ) 非調整型のアアシテムを用いる。</p>			
開発、使用場所	米 国			
開発内容	1. 主燃料	メタノール 100%		
	2. ベースエンジン	シリーズ92リサーチエンジンユニフロ掃気2サイクル直接噴射方式ボア4.82 in ストローク 5.0 in	6 V-9 2 TA型エンジン	
	3. 主要開発改善箇所	<ul style="list-style-type: none"> ● 始動用プラグ (点火プラグ。グロープラグ) ● 燃焼室 (インジェクタとプラグ位置) ● 燃焼室 (グロープラグ用) ● 圧縮比 17.0 ● エアシテム ● フェューエルシステム <ul style="list-style-type: none"> ・メカニカルユニット インジェクタ(MUI) ・エレクトロニックコントロールシステム(ECS) E CM; コントロールモジュール EDU; ディストリビュータユニット EUI; ユニットインジェクタ PROM; プログラムブルレディオンリーメモリー 	<ul style="list-style-type: none"> ● 圧縮比を19に上げる (低負荷域の着火性改善) ● エアシテム <ul style="list-style-type: none"> ・デュアルバイパス型プロアー (327m³/rev) ・ターボチャージャ (容量小さなものに変更) ・ユニットインジェクタチップ 65%容量増大 ・アフタクーラ (プロアーとエアボックス間) ● フェューエルシステム <ul style="list-style-type: none"> ・タンク容量を2倍 ・燃料ポンプ ギヤタイプから電気式へ、エンジンから離し、クーラを入れ、ベーパーロックを除く ・圧力リリーフ弁 ・燃料クーラ ・燃料冷却板 	● DCS車両システムとして再調整
	4. 開発結果(性能, 排気)	<ul style="list-style-type: none"> ● オートイグニッション方式の制御法の確立 <p><MASR (最大許容掃気比)></p>	<p>エンジンシステム確立</p> <p>燃費率;</p> <p>ディーゼルにくらべ良好</p> <p>排気; (13モード)</p> <p>NO₂; 0.92g/bhp・hr</p> <p>CO ; 2.63 "</p> <p>HC ; 1.34 "</p> <p>NO₂; +HC; 2.26 "</p> <p>スモーク; 0.1</p> <p>(ポッシュスケール)</p> <p>84年カリフォルニヤ規制HC以外クリアー</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● バスの車両システムの開発をおこない下記の性能を得る。 <ul style="list-style-type: none"> ・燃費率; 良好, エンジンシステムよりわずかに悪化 ・排気; (13モード) g/bhp・hr NO_x; 2.20 " HC ; 1.28 " CO ; 1.31 " NO₂+HC; 3.47 " パーティキュレート; 0.17 " アルデヒド; 0.15 " ・出力, トルク; ディーゼル並み

性が開発課題として残されています。

表8はJARIの改質ガス方式の開発例でございませう。これは、スパークアシスト方式を基礎にして、燃焼性能および排気の改善を目指して開発しましたので、その点では改質ガス方式のほうが優れた結果を得ております。けれどもそのシステムはずっと複雑になっております。またその耐久性や信頼性についても課題が残されています。

図3には、JARIのスパークアシスト法と改質法の両方について、その性能と排気デ

ータを掲げておきました。同図の最下段が正味熱効率であります。そこで△印で示されたスパークアシスト法の熱効率を見ると、軽負荷時に落ち込むところが問題であります。改質方式の場合には、この軽負荷から中負荷ぐらいまでの領域で改質ガスを使用することによって、○印で示されるようにやや熱効率が改善できます。また着火性も著しく改善されますし、重負荷領域では従来のディーゼル以上の熱効率が達成できるというメリットもあります。しかし、いずれにしても軽負荷領域

表7 JARIスパークアシスト方式メタノールエンジンの開発研究の概要

ステップ (年 度)	I. 1983~1985	II. 1986~
開発主題	軽油代替メタノールスパークアシスト方式大型ディーゼルエンジンの開発	同 左
目 標	メタノールスパークアシスト方式大型ディーゼルエンジン利用技術を開発し、石油代替将来エンジンとしてのポテンシャルを明らかにする。	同 左 (耐久性、信頼性の確認)
開発、使用場所	日 本	
開 発 内 容	1. 主 燃 料	M100 ~ M80
	2. ベースエンジン	四サイクル水冷、直列6シリンダ、直接噴射方式、102φ×118mm、6000cc、圧縮比17.2
	3. 主要開発改善箇所	●燃 焼 系 ——燃焼室形状、噴射ノズル仕様、点火プラグ位置の最適化 ——噴射時期、点火時期、点火エネルギーの最適化 ●点 火 系：(点火プラグ、高圧点火器) ●燃 料 供 給 系：(電子制御噴射ポンプ、噴射ノズル、電子タイマー) ●コントロール系：(点火時期、噴射時期、噴射量の最適制御) ●排 気 系：(触媒コンバータ)
	4. 開発結果性能、排気	●軽負荷時の混合気形成の良否、層状給気燃焼の良否がこの方式の成否を決める。 ●軽負荷時の熱効率はディーゼルより悪化する。重負荷時は、ディーゼル以上。 ●排気の清浄性はCO、HC、NOxはディーゼル規制値(カリフォルニア1984年)以下であり、良好である。 ●雑音もディーゼル以下のレベル。

表 8 改質ガス方式大型メタノールバスの開発研究の概要

ステップ (年度)	I. 1983~1985	II. 1986~	
開発主題	軽油代替メタノール改質ガス大型ディーゼルエンジンの開発	同 左	
目 標	メタノール改質ガス方式の大型ディーゼルへの適応性, 可能性を見極め, 将来エンジンとしてのポテンシャルを明らかにする。	同 左 (耐久性, 信頼性の確認)	
開発, 使用場所	日 本		
開 発 内 容	1. 主 燃 料	M100	
	2. ベース エンジン	四サイクル水冷, 直列6シリンダ, 直接噴射方式, 102φ×118mm, 6000cc圧縮17.2	
	3. 主要開発 改善箇所	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃焼系, 燃料供給系——始動は液状メタノールの直接噴射方式, 軽負荷は改質ガス吸入方式, 中負荷~重負荷は液状メタノール直接噴射方式——負荷に応じ最適なメタノールないし改質ガスを供給し, 制御する方式 ——噴射ノズル仕様は, 重負荷仕様の均一配置型 ——軽負荷は全量改質し, 改質ガス混合気は $\lambda=1.8\sim 2.0$ に制御(絞り)する。 ● コントロール系: 燃料の質, 液状の噴射量, 改質ガス量噴射時期, 点火時期の最適制御 ● 排気系: (蒸発器, 排気熱改質器, 触媒コンバータ) 	<p>下記の要素の耐久性, 信頼性を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 点火プラグ ● 点火時期, 噴射時期, 噴射量等のコントロール系の要素の改善, システムの最適化 ● 改質器の性能向上
	4. 開発結果 性能, 排気	<p>プロトタイプ車両を開発し, 下記の性能, 排気の結果を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 軽負荷時の熱効率は大幅に向上し, ディーゼルに近い結果が得られた。中負荷~重負荷領域はディーゼル以上の熱効率が達成できた。出力はおおよそディーゼル並。 ● NO_x, CO, 未燃メタノールの排出量は液状メタノールを直接噴射させたスパークアシスト方式に比べおおよそ半減できた。 ● 排気熱改質器はおおよそ80%近い交換効率を達成。 ● コントロール: ノイズ対策も含め, システムの最適化が今後の課題。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 点火プラグ, 触媒コンバータ等の耐久性, 信頼性の確保が必要。

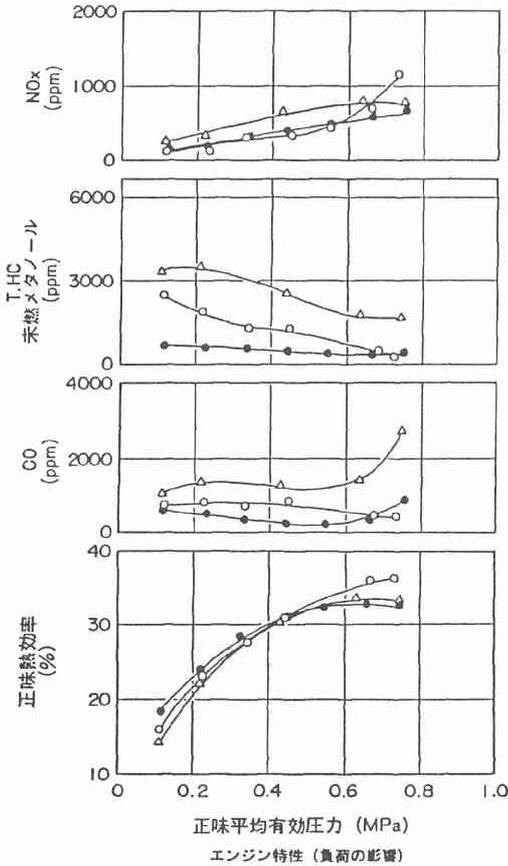


図3 JARI 開発の改質ガス方式大型メタノールエンジンの性能と排気

- 印：改質方式
- △印：改質方式のベースとしたスパークアシスト方式
- 印：オリジナルディーゼル

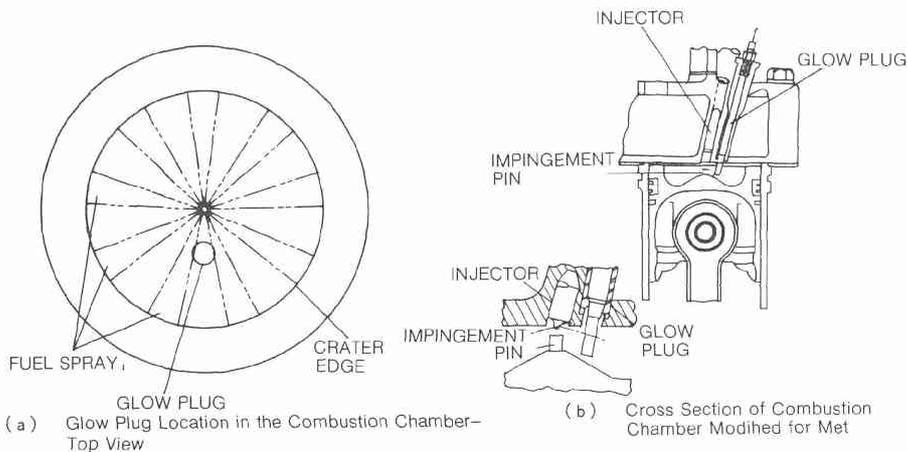


図4 CATERPILLAR のグローアシスト方式メタノールエンジン

の改善が残された問題であります。

この軽負荷領域での燃焼改善の方法として、図4に示すキャタピラー社の方式があります。それは、ピストン中心に衝突面 (Impinger Pin) を設け、そこにメタノール噴霧をぶつけて微粒化し、その微粒化噴霧をピストン中心部に集めて拡散させない状態で、グロープラグで点火する方式であります。この方式によりますと、従来のディーゼルに近い熱効率が期待されます。この方式は、日本クリーンエンジン研究所およびJARI (通産省のメタノールディーゼルの要素開発の一環として)でも試みられていますが、今後もさらに検討する必要があるかと思っています。(きんえいきち)

質疑応答

座長(高倉) 私のほうから皆さんにお伺いしたいと思うのですが、きょうのシンポジウムの中では、メタノール自動車は、技術的にもあるいはコスト的にも実用化に一番近い自動車ではないかと思うのですが、今後メタノール自動車が実際に使われるためには、なにが一番ポイントかということをそれぞれ一言ずつお願いしたいと思います。いかがでしょうか。

後藤 メタノール自動車が今後どう使われるかということで私がお話させていただきしたのは、まさにその点がポイントでして、実際にフィージビリティのある方法で導入を図っていかねばならない。そのためには、どういう関係者がいて、どういう体制が一番スムーズなのか。例えば、制度的にどうか。税制はどうすれば良いのか。これらをどうすれば実際に前を向くことになるのか、そういうようなことをシステムティックに、組織的、体系的に考えなきゃいかん、ということをお願いしておるわけでございまして、先ほど申しましたように、メタノールを作る人、メタノールをブレンドして供給する人、自動車を作る人、それから制度、あるいは実際のパブリックアクセプタンスの点も全部含めて、大体全部品揃えをめざしまして、私どもも昨年あたりから一生懸命始めておるといところでございます。

竹下 メタノール自動車の導入状況につきましては、わが国とアメリカ、ドイツとは若干ニュアンスを異にしております。と申しますのは、アメリカ、ドイツ等では低濃度ブレンドすなわち低濃度アルコール対応車がコマー

シャルに普及しているという実情がございませう。一方、我が国ではオクタン・ブースターとしてのアルコールは現在のところ必要ないということで、専ら高濃度ブレンドのほうに関心が集まっております。

アメリカ、ドイツではまず低濃度ブレンドが広く普及し、その後高濃度ブレンドの導入検討を行っているというように、段階的に進んでいるわけでございます。この点の状況の違いに、我が国のメタノール導入の難しさが、若干あるかと思えます。

DOE、すなわちアメリカのエネギー省あたりでは、フレキシブル・フュエル・ビークルと呼ばれている、ガソリンあるいはアルコールブレンド燃料の両方に対応可能な自動車を開発して、毎年一定割合で生産していけば、何年後かに一旦事が起こった時にはいつでも代替エネルギーとして、アルコールを導入できるであろう、というアイディアを提示しております。

石油の備蓄などのエネルギー対策は、ある意味で一過性のもので、取り崩してしまえばそれまでですが、アルコールのような代替エネルギーを導入いたしますと、これは天然ガスあるいは石炭などから作ることができますので、永続的なセキュリティ又は代替エネルギー手段となります。

ところで、アルコール先進国であるアメリカの様子をみますと、エネルギー面と表裏一体に環境面の問題が最近非常にクローズアップされております。特に、オゾンの規制ですとか、オクタンブースターとしての鉛の規制などがあります。ハイドロカーボンの排出がオゾンと関係があり、その解決策として、アルコールの導入検討を行おうとする動きもあ

るので、環境面の今後の動向をみていくことも重要です。

我が国につきましては、こういったものがドライビングフォースになるかということですが、私ども新エネルギー総合開発機構と致しましては、先ほど申しましたようなIEAの場を通じまして、国際的な情報を素早くキャッチして、これを石油代替燃料導入促進のためのR&Dにつなげていきたいというふうに考えております。

よく、卵と鶏の関係（Chicken and Egg）と言われます。すなわち、「アルコールスタンドがないからアルコール自動車を作れない、アルコール対応の自動車がないからアルコールスタンドを作っても……」と言うようなお話でございますが、先ほど申し上げたフレキシブルフュエルビークルのような概念の自動車が出てまいりますと、その辺のブレークスルーも可能となるかもしれません。またさらには、先ほど後藤さんのほうからお話がありましたような「導入政策」が実行されてまいりますと、相当に局面が違ってくるのではないかと考えております。

丹羽 先程御説明いたしましたように、メタノールには、金属等の材料に対する腐食性があるとか、常温における爆発混合気の形成であるとか、その他の利用上のいろいろな問題点があります。これらの問題は、我々の調査研究によって解決法が見出されつつあります。従って、オートタイプの自動車の導入に関しては、基本的には、技術的な対応は可能と考えております。ただし、本格的な導入のためには、組織的な実車走行試験を行って問題点の抽出をするほか、貯蔵・流通に関しても高濃度メタノール燃料が市場へ出廻った

時を想定して、各種の検討をする必要があると思います。このような点に関しては、なお、調査研究を行うべき事項はたくさんあると思われまます。

また、導入に当たっては、どういうふうに入力するかについて、各界のコンセンサスのもとに、方針を決めて、導入して行くことが必要であろうと思っています。それによって、対応の仕方も変わって来ると思います。

ディーゼルタイプの自動車への利用は、さらに要素研究を積み重ねて、信頼性の高い技術を開発することが必要と考えております。

あと残る問題は、環境への影響であります。現在我々は、アルデヒドや未燃メタノールの測定法を中心に調査研究を行っておりますが、今年度から、排気成分について調査をすることとしておりまして、大気成分に対する影響についても、検討することが必要と考えております。

金 大変難しい問題ですが、開発導入の大きなポイントとしては、これまで各方面からいろいろなお話をお聞きしてきたわけですが、私なりの理解では政策導入がポイントになるのではないかと思います。要するに、代替燃料、エネルギー節約、環境面、これらの政策如何が大きなポイントではないかと思えます。そのほかに、コマースベースで導入する場合には、当然のことですが、燃料コスト、燃料供給の安定性、それから燃料のディストリビューションの問題、それら如何で決まるのではないかと、というふうに理解しております。

現 状 と 将 来 展 望

通商産業省機械情報産業局

自動車課技術班長 稲垣謙三

電気自動車の現状と将来展望につきまして、述べさせていただきます。

皆さんご承知のように、電気自動車というものは、歴史的にみると、その開発はかなり古いのです。電気自動車第1号機が作成されましたのが1873年ということで、グイムラー氏やベンツ氏がガソリン自動車を開発したのが1886年ですから、それより古く電気自動車というものはこの世に生れたわけでございます。それで日本でも、戦後のガソリンとか、軽油が不足していた時代には年間約1,400台ぐらい作られたという報告がございます。

現在は、後ほど述べるように、我が国においては広く普及されている状況ではございませんが、その歴史的な経緯をみますと、誕生したのも古くなおかつ、かつては我が国においても、かなりの生産規模を持っていたということが言えます。

現状を申し上げますと、我が国において保有されている電気自動車は、オンロード車（一般の公道を走れる、ナンバーを取得している車）は約680台、遊覧車やゴルフカー等のオフロード車が約700台、合計すると約1,380台が我が国において電気自動車として走っている。さらにフォークリフト、これは電動式の

ほかに、ガソリン、ディーゼルといろいろあると思いますが、電動式のフォークリフトが約11万台使用されております。

その内訳として、オンロード車でございますが、これは主として、電力会社のサービスカーあるいは業務用の連絡カー、あるいは地方自治体の公害パトロール車として使われたり、あるいはさらに百貨店等の配送車に使われております。それらは主に軽あるいは小型乗用車でございます。

さらに少し変わったところでは、横浜市で現在、電動ゴミ収集車というのが走っております。これは集めたゴミを燃して、そこから電気を得て、それで電気自動車を動かす、こういう電動ゴミ収集車が今走っております。横浜を選んだのは、割りに坂が多いからということで、試験的に1台作成したわけでございます。現在は、そのテストデータ、走行データ等を収集しているところでございます。

オフロード車の中では、ゴルフカーが多いわけですが、今でもいろんなリゾート地に行くと、いろんな遊覧車あるいはコテージにお客さんを運んでいくのに使われたりしています。私も先月、あるリゾート地に行った時電気自動車に乗りましたが、まあ、思っていた

より馬力がありまして、かなり急な斜面でも割りりとスムーズに登って行っておりました。

さらに、海外に目を移しますと、一番多く使っているのが多分イギリスだろうと思います。これは私のあとに、橋詰さんのほうから、海外における開発普及動向ということで詳しく述べられると思いますが、イギリスは約5万台弱の電気自動車を今使っています。これは主に牛乳配達車等で使われておりまして、早朝の静けさを保つ、あるいは牛乳配達車というのは、1回止まって、50メートルぐらい動いて、また止まって、といったやり方で、各家庭に牛乳を配達しなきゃいけない。そういう走行パターンになっていますので、そういった意味から、普通のガソリン車より電気自動車が使われているようでございます。

またアメリカは、電気自動車の開発普及法という法律を作っておりまして、その法律に基づきまして、国あるいは各種の団体が、この電気自動車について、開発普及にかなり力を入れております。

また変わったところでは、スイスのツェルマットというところでは、電気自動車と馬車しか乗り入れさせないことになっているようでございます。

もう少し我が国の歴史的な電気自動車の開発を詳しく述べますと、国が電気自動車の開発をまず取り上げたのは、昭和40年代の例の公害問題の時からでございます。この自動車公害をなんとかなくそうということで、通産省としては、昭和46年度から51年度まで、6年間にわたって、工業技術院に大型プロジェクト制度というのがございまして、そこで、約57億円の試験研究費をかけまして、いろいろなタイプの電気自動車を10台ぐらい開発した

次第です。

勿論公害対策が主体なのですが、そのほかにも夜間電力の有効利用あるいは負荷の平準化、あるいはオイルショックもちょうど48年頃でしたから、石油エネルギーからの脱却といったことを目指しまして、開発したわけでございます。

この開発は非常にうまくいきまして、例えば開発された車の中に1トン積の小型トラックがありますが、これは40キロ低速走行ですが、一充電走行距離が約500kmございまして、今電気自動車の一番ネックとされている一充電走行距離が短いということについて、技術的には既にこの大型プロジェクト制度で実証開発がなされたわけでございます。

ただ、国の研究開発プロジェクトでございますから、経済性等は無視して、金は幾ら掛かっても構わないけれども、技術的に最高のものを目指そうということで始めたものでございまして、技術の限界を見極めるということでやったわけでございます。

大型プロジェクト制度で開発した成果を普及するというので、その後、昭和51年に通産省の機械情報産業局というところがございまして、その局長の諮問機関としまして、電気自動車協議会というものを設置しました。これが我が国における電気自動車の開発普及を総合的にオーガナイズする機関ということでございます。

また実際の普及母体としまして、財団法人日本電動車両協会がございまして。私のあと4人目に同協会の斎藤部長が講演されますが、そこが母体となりまして、電気自動車の普及に務めてきております。

併せて、大プロ技術開発の成果をさらに実

用化に向けていろいろ改良していく、ということから、電気自動車技術研究組合を作りまして、大プロ以降も引き続いて開発を行っております。ですから普及母体としては電動車両協会、技術面の開発母体としては電気自動車技術研究組合が車の両輪ようになって、その上に協議会が設置されている、こういう状況でございます。

我々といたしましても、大型プロジェクトの開発以降、いろんな調査研究を実施しております、その一つが斎藤部長からお話があると思いますが、コミュニティ・ビークル、つまり小型の車を電気自動車化することによって、ある地域を限りまして集中利用していく、そういう調査もやってきたわけでございます。

また政府といたしましては、通産省以外にもいろいろと普及施策を講じていまして、環境庁も各自治体に電気自動車を積極的に使ってもらおうということで、今年度から新たに予算措置を講じまして、自治体がそういう電気自動車の導入をしやすくするという補助金制度を確立したりしています。

この電気自動車でございますが、冒頭申し上げましたように、現在狭い意味での電気自動車というのは、1,000台ちょっとという状況であるわけですが、さらに普及しようということで、国としても、各種助成制度を現在も講じています。

それでお手元にパンフレットが2種類入っていると思いますが、一つは先ほど申し上げました電動車両協会が講じている電気自動車のリース制度、電気自動車というのは、インシヤルコストが非常に高いものでございまして、ガソリン車と比べると、大体2倍から3

倍と言われております。そういう高いインシヤルコストを一度に払うというのはなかなかできにくいということで、電気自動車のリース制度というものを創設しております。ですから、この制度を広くご利用していただきまして、一時期に買い取るということが経済的に困難な場合に活用していただきたいと思っております。

もう一つは、税制面で優遇措置を講じておりまして、国税として、物品税の軽減措置を講じています。今、ご承知のように、自動車については、物品税が、5%から20数%掛かっておりまして、これは工場からの出荷段階のところでは掛かりますので、大体例えば200万円の車であれば、もし20%の物品税が掛かっていると、40万円税金が掛かる、こういう仕組みになっています。この場合に電気自動車においては、その課税標準を2分の1にする。つまり20%の物品税が掛かっている場合には、その半分の10%でいいという仕組みになっております。

さらにユーザーが電気自動車を取得する場合にも、税の軽減措置がございまして。皆さん方が車に乗っている時に払っている自動車税、自動車取得税、軽自動車税、これら3つについて、それぞれ電気自動車のための軽減措置を講じております。

自動車取得税というのは、自動車を取得した段階で1回限りで払うものでございまして、これが例えば家用乗用車では、取得価格の5%を払わなければいけないのですが、電気自動車の場合には、3%でいいということでございます。

自動車税は毎年払うわけですが、この場合にも、電気自動車の場合には、少しお安くな

っているということでございます。

ですから、皆さん方も、このような電気自動車の各種優遇措置につきまして、ご理解をいただきまして、環境面、あるいは電力の負荷平準化あるいはエネルギーの脱石油化といった観点から、この電気自動車についても、温かい目で、見守っていただきたいというふうに思っております。

それでは国としては将来どのような方向に持って行こうと考えているのかという点でございますが、国としましては、将来における目標というのを定めております。先ほど申しました電気自動車協議会という委員会が、昭和65年度を目標に電気自動車を15,000台普及させたいという目標を立てております。その時に合せて、電気自動車自体の性能もこのレベルまで引き上げたいということを持ってい

る目標がございまして、例えば、一充電走行距離は150km程度、最高速度は75キロ、電池の寿命は3年程度、価格にしてもガソリン車の大体1.5倍以内という目標値を定めております。我々としましては、この目標値をなるべく達成するように各種の努力を行っているところです。

また現在、通産省の中で、電気自動車を飛躍的に普及させていくために、電池の性能をもう少し向上させないといけないのではないかと、ということから、電気自動車用のバッテリーの高性能なものを開発したいということで、省内でいろいろ検討を行っております。

将来に向けて、この電気自動車の開発並びに普及を今後も続けていきたいと思っておりますので、皆さん方のご理解をよろしく願いたいと思います。(いながき けんぞう)

海外における開発普及動向

(財)エネルギー総合工学研究所

主任研究員 橋 詰 正 三

1. はじめに

それでは「海外における開発普及動向」と題しまして、先日、関係業界のご協力を得て実施しました海外調査（昭和62年5月末より6月にかけて実施）の結果を中心に報告したいと存じます。

まず、今回調査にまいりましたメンバーですが、NEDOの杉本理事に団長を、中部電力の総合技術研究所柴田次長に副団長をそれぞれお願い致しまして、電力会社8社、自動車メーカー3社、電池メーカー3社等、19団体、総勢21名でまいりました。

訪問先は表1のとおりでありまして、6ヶ国（フランス、イタリア、スイス、西ドイツ、イギリス、アメリカ合衆国）、18関係機関を訪問しました。

2. 電池の評価及び見通し

電気自動車（EV）の最大の問題点はバッテリーであるという点では各国共認識が共通しております。その電池の評価及び見通しを表2～4にまとめております。

先ず、米国における状況であります。表2が米国エネルギー省（DOE）のEV用電池開発の最近の試験結果のまとめです。これらの電池の試験結果や、EVの走行試験等をもとに米国電力研究所（EPRI）において、各種の電池の評価をまとめたのが表3であります。

米国では短期に実用化できる電池としては、改良型鉛とニッケル-鉄電池を考え、また、長期的に興味を持っている電池としては、リチウム-硫化鉄、亜鉛-臭素、ナトリウム

表1 海外調査訪問先

電力会社等	(仏) フランス電力公社、(伊) イタリア電力公社、(西独) RWE社、(英) 中部配電局、(米) デトロイト・エジソン、TVA、アリゾナ電力
電気自動車関連メーカー	(仏) ルノー、(英) クロライドEV社、(米) ジョンソン・コントロールズ、ソレック
政府、研究機関等	(米) DOE：エネルギー省、EPRI：電力研究所、EVDC：電気自動車開発普及会社、ハワイ大学、システムズ・コントロール
リゾートタウン等	(スイス) ツェルマット、(米) ボールド・ヘッド・アイランド

表2 米国における電池技術状況 (DOE)

DEVELOPER	STATUS	ENERGY	POWER	COST	LIFE
		(Wh/kg)	(W/kg)	(\$/kWh)	CYCLES
○ LEAD-ACID					
JCI(FLOW-THROUGH)	CELLS	47	105	72	>181
CHLORIDE(TUBULAR)	BATTERY	36	89	82	1,000
○ NICKEL-IRON					
EAGLE PICHER	MODULES	45	103	125	1,101
EAGLE PICHER	CELLS	53	117	125	>210
○ NICKEL-CADMIUM					
ENERGY RESEARCH CORP.	MODULES	44	110	72	700
○ ZINC-BROMINE					
JOHNSON CONTROLS	BATTERY	55	88	75	> 50
○ SODIUM-SULFUR					
FACC	CELLS	136	180	91	>610
○ IRON-AIR					
WESTINGHOUSE	CELLS	70	93	91	> 43

表3 米国におけるEV用電池の開発及び評価状況(EPR I)

TYPE	COMMERCIAL	EV PROTO.	LAB. DEMO.	ENGR. DEV.	AVAILABILITY
LEAD ACID:					
FLAT/TUBULAR PLATE	X				NOW
PULSED ELECTROLYTE		X			DEFERRED
ADVANCE(HED)		X		X	1988
FLOW THRU ELECTROLYTE			X		1990
NICKEL-IRON		X			1988
NICKEL-ZINC		X			DEFERRED
NICKEL-CADMIUM		X		X	1989
ZINC-CHLORIDE		X			ABANDONED
ZINC-BROMIDE			X	X	1990
LITHIUM-MEDTAL SULFIDE			X	X	1990
SODIUM SULFUR			X	X	1990

表4 ヨーロッパの訪問先の電池評価及び見通し

訪 問 先	E V 用 電 池 の 評 価 , 見 通 し																														
(西独) RWE社	<p style="text-align: center;">(含ゲルタイプ) (含Ni-Zn)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pb</th> <th>Ni-Fe</th> <th>Zn-Br</th> <th>Na-S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>メンテナンスフリー性</td> <td>○</td> <td>-</td> <td>++</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td>100-200km走行適応性</td> <td>--</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>++</td> </tr> <tr> <td>寿命</td> <td>-</td> <td>+</td> <td>○(不明)</td> <td>○(不明)</td> </tr> <tr> <td>コスト</td> <td>+</td> <td>--</td> <td>+</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>総合評価</td> <td>不適</td> <td>適</td> <td>適</td> <td>最適</td> </tr> </tbody> </table> <p>鉛電池は走行距離の面から不適である。Ni-Feは補水が問題であるが、性能的には適している。Zn-Brはガスが出ないサーマルマネジメント不要という点で適レベル。Na-Sはサーマルマネジメントを要するが補水不要であり、ガス排出も少ないので性能面からすれば最適と考えられる。但し、将来的には単一の電池に固執するのではなく、各電池の特性に合わせ用途に応じて使い分けるのが最も効果的と考えている。</p>		Pb	Ni-Fe	Zn-Br	Na-S	メンテナンスフリー性	○	-	++	+	100-200km走行適応性	--	+	+	++	寿命	-	+	○(不明)	○(不明)	コスト	+	--	+	○	総合評価	不適	適	適	最適
	Pb	Ni-Fe	Zn-Br	Na-S																											
メンテナンスフリー性	○	-	++	+																											
100-200km走行適応性	--	+	+	++																											
寿命	-	+	○(不明)	○(不明)																											
コスト	+	--	+	○																											
総合評価	不適	適	適	最適																											
(英) クロライドEV社	<p>チューブラタイプの鉛電池及びNa-S電池が有望と考えている。</p>																														
(仏) EDF	<p>① 鉛電池 1970年から商用車(計150台)でプレート電極のものを使用。エネルギー密度は25~30Wh/kg。1980年からはチューブラー電極を採用し35~40Wh/kgとなっているが、性能的には不十分である。</p> <p>② Ni-Fe電池 SAFT(電池メーカー)がブジョーと協力して開発中。エネルギー密度60Wh/kg、寿命1,500サイクルが得られている。上述のようにブジョー車等に積載されて試験中である。</p> <p>③ Na-S電池 ラボ(Laboratory of Marcoussis)で研究中。90Wh/kgが得られている。</p> <p>④ Ni-Zn電池 Ni-Feに似ているが技術的には難しい(デンドライトが問題)1986年に車載予定であったがまだできていない。 電池に関してはまずNi-Feを実用化し、その後はNa-Sに期待したい。</p>																														
(仏) ルノー Tregie	<p>1981年よりのバッテリーのまとめ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>エネルギー密度 (Wh/kg)</th> <th>寿命 (サイクル)</th> <th>コスト評価 (F/kWh)</th> <th colspan="2">走行距離(km)</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>(MASTER)</th> <th>(EXPRESS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pb</td> <td>42</td> <td>400</td> <td>500</td> <td>85</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>Ni-Fe</td> <td>60</td> <td>1,500</td> <td>1,000</td> <td>120</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Ni-Zn</td> <td>70~80</td> <td>1,000以下</td> <td>800</td> <td>120</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>アルカリ電池の研究としては Ni-Zn, Ni-Cd, Ni-Feに力を入れている。</p>		エネルギー密度 (Wh/kg)	寿命 (サイクル)	コスト評価 (F/kWh)	走行距離(km)						(MASTER)	(EXPRESS)	Pb	42	400	500	85	80	Ni-Fe	60	1,500	1,000	120	100	Ni-Zn	70~80	1,000以下	800	120	100
	エネルギー密度 (Wh/kg)	寿命 (サイクル)	コスト評価 (F/kWh)	走行距離(km)																											
				(MASTER)	(EXPRESS)																										
Pb	42	400	500	85	80																										
Ni-Fe	60	1,500	1,000	120	100																										
Ni-Zn	70~80	1,000以下	800	120	100																										
(伊) ENEL	<p>現在はバッテリーを使用する場合の最適な経済性を求めて研究をすすめている。 バッテリーの充電時間、充電方法、モニターシステム等</p>																														

—硫黄、鉄—空気電池が考えられております。特に、ニッケル—鉄電池は長寿命であることが高く評価されているようです。

続きまして、ヨーロッパにおける状況ですが、まとめて表4に示しました。西独最大の電力会社であるRWE社（ライン・ウェストファーレン電力会社）では、将来のEV用電池としまして、ナトリウム—硫黄電池が最もよい。それから順番に言いますと、亜鉛—臭素、ニッケル—鉄、それから鉛という順で評価しております。

イギリスにおいては、ナトリウム—硫黄電池が熱心に開発されており、CSPL（クロライド・サイレント・パワー社）社では図1のようにナトリウム—硫黄電池をBedfordに搭載してテストを始めるとのことでした。

フランスにおいては、フランスの電力公社であるEDFと自動車メーカーのルノーを訪問しましたが、EDFでは、先ずニッケル—鉄電池を実用化し、その後はナトリウム—硫黄電池に期待するとのことでした。また、ルノーでは、現在、鉛とニッケル—鉄、ニッケル—亜鉛の3タイプの電池の実用化を図って

おります。

また、イタリアのENELでは、現在、電池を使用する場合の経済的な方法を熱心に研究しておりました。

3. 新しい電池によるEV開発状況

次に、ではどのようなEVが開発されているかを紹介します。写真1～2は鉛の改良型でありますゲルセル電池を利用したEVであります。これは、日本においても電力会社等が導入を予定しているものです。

写真3～4はルノーの小型バンのExpressであります。車体後部の荷台の下にニッケル



写真1 Gel-Cell電池を搭載したフォード・エスコートの改造車（ソレック）

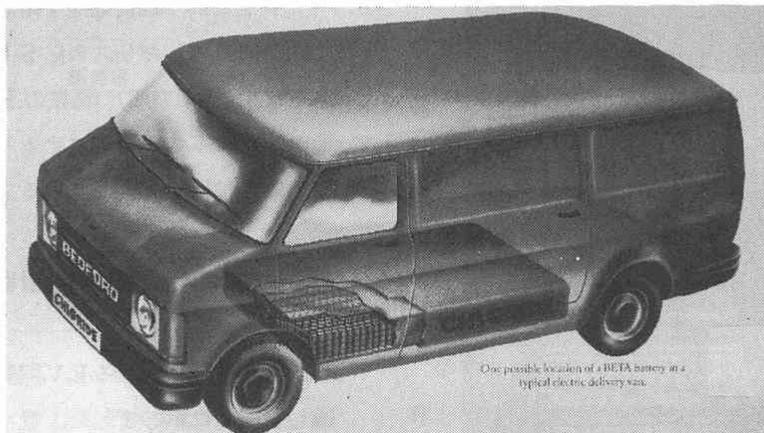


図1 Na—S電池搭載のBedford

ル-鉄電池を搭載しております。

また、写真5～6は、米国のJohnson Controls社での亜鉛-臭素電池の実証試験状況であります。現在は後部荷台上に試験用電

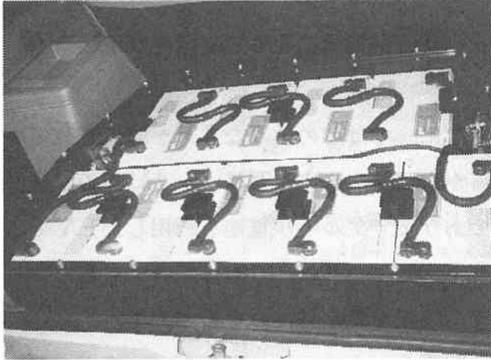


写真2 同上(写真1)のバッテリー搭載状況



写真3 Ni-Fe電池を搭載したルノー-Express

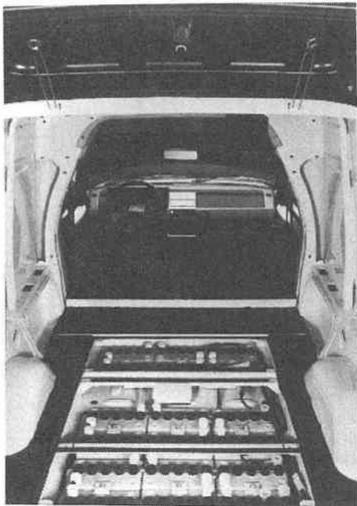


写真4 Ni-Fe電池の搭載状況



写真5 Zn-Br電池を搭載し実証試験中の状況

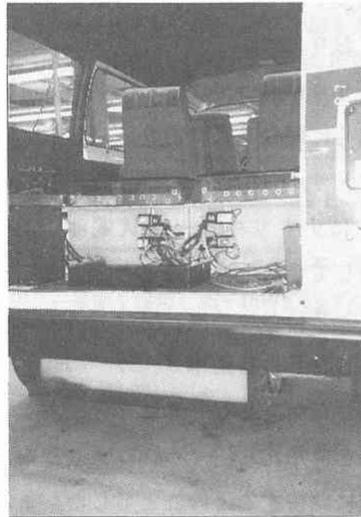


写真6 後部に搭載されたZn-Br電池を置いてテストしておりました。

ナトリウム-硫黄電池を搭載したEVとしては、前述のイギリスのCSPL社の計画があります(図1参照)。現在のBedfordの鉛電池と同様に車体の底部にナトリウム-硫黄電池の取り付けを計画しているようです。

4. 米国におけるEV開発計画と普及見通し

次に、米国におけるEV開発計画と普及見通しを図2に示しました。電池開発は図2にある4タイプについて行ない、モーター、制御装置関係も将来は交流化をも図って、一充

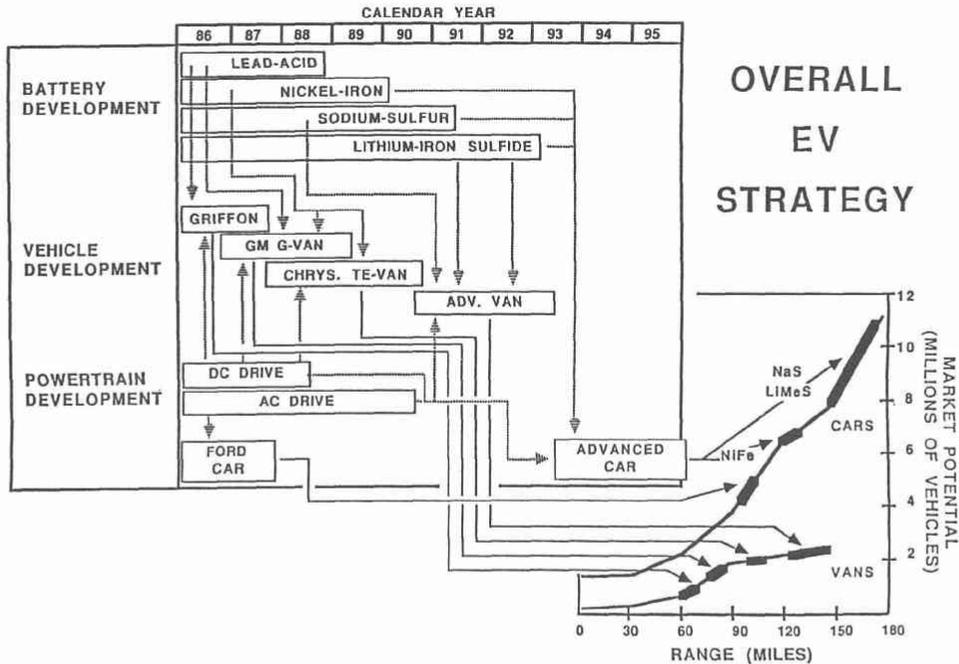


図2 米国におけるEV開発計画と普及見通し

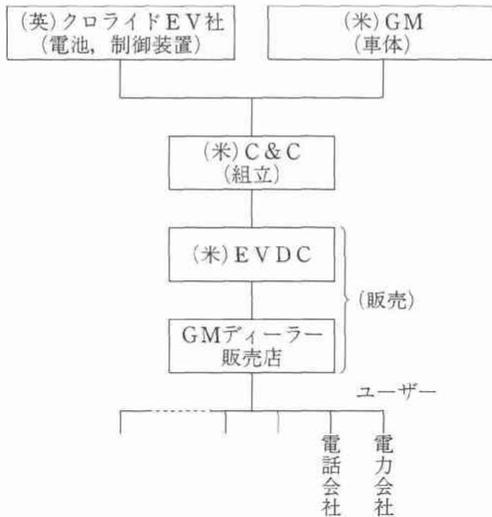


図3 当面の米国におけるEV商用化への体制

電走行距離を伸ばし、マーケットの規模を大きくしようという計画があります。

例えば、バンで考えますと、一充電走行距離90マイルを達成しますと、約150万台のバン

の普及が可能と見込んでおります。EPRIの試算によりますと、それらの普及により米国全体で電力需要が年間6億75百万ドル増えるということです。

また当面のEVの商用化への体制を図3のように計画しております。これは、英国のクロライドEV社の電池、制御装置と、米国のGMの車体とを、GMの25%出資会社であるCars Concepts(自動車部品メーカー)で組み立て、EVDC、GMディーラー等を通じ電力会社を中心に販売・普及を図ろうというものであります。米国においては、電力会社は当面EVの大きなユーザーであると位置付けられております。

参考としまして表5に訪問先の研究開発予算を示しました。

表5 EVの研究開発予算

(米)DOE	F Y 1986	920万ドル	
	F Y 1987	1,340万ドル	
(米)E P R I	F Y 1986	210万ドル	
	F Y 1987	270万ドル	
	F Y 1988	270万ドル	
(米)E V D C	F Y 1987	80万ドル	
(米)TVA	F Y 1985	140万ドル	} E P R I からの補助金約50%を含む。
	F Y 1986	120万ドル	
(西独)RWE	'71~86の間に2億独マルクを投入。(人件費含み)		

5. EVの経済性評価

経済性試算の例としましては、E P R I の試算を表6に示しました。この表をみてわかりますように、EVがガソリン車の1.5倍の価格で生産され、電気料金が5セント/Wh、電池の寿命を4年とした場合に、現状のガソリン車(ガソリン価格1.15ドル/ガロン)と殆んどイープンになるということです。

6. EVの保守体制等

米国の電力会社であるデトロイト・エジソンでは写真7のようなEV専用のサービスセンターをもっております。デトロイト・エジソンでは、最初のユーザーであり、保守実績も豊富な電力会社が、EVの評判を落とさないためにも、保守を担当するのは当然であるとの見解を持っておりました。

英国のクロライドEV社では、24時間常時2名が、ユーザーの苦情に応えるために待機体制をとっております。写真8はクロライドEV社の保守担当室の様子です。

また、米国の電力会社でありますTVAには、写真9のようなEV専用のテストコース

がありまして、私共が参りました時も新型バッテリーを搭載したテスト車を数台試験しておりました。

また参考ですが、TVAには写真10のような通常のコンプレッサー型のクーラーを搭載したEVがありました。現在は、クーラーを動かすと、一充電走行距離が約3/4に落ちるといような状況で、今後は効率のよいEV専用のクーラーの開発も必要であるとのことでした。

7. 導入例

今回、EVの導入例としまして、スイスのツエルマットと、米国のBald Head Islandへまいりました。スイスのツエルマットは観光地で知られるところではありますが、環境保全を目的として、ガソリン車を規制し、EV340台、馬車20台で写真11~12のような地域交通を形成しております。

写真13~14がBald Head Islandの状況ですが、ここは民間企業が開発したりゾート地でありまして、定年退職後の方々が主に住んでおります。この島もEVだけで運用されており、島内でゴルフ、テニス等が楽しめます。

表6 EPRIにおけるEVの経済性評価

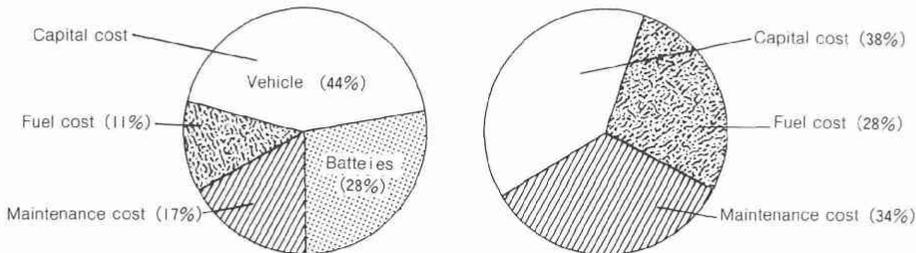
Comparing Costs

The capital cost of current-generation electric vans is considerably higher than that of gasoline-powered vans. However, the bottom line for fleet vehicles is life-cycle cost, where the low maintenance and fuels costs characteristic of EVs can make a tremendous difference. A comparison of a conventional van with a state-of-the-art electric van like the Griffon shows total life-cycle costs over an eight-year period to be about equal when electricity is priced at 5¢/kWh and gasoline at \$1.15/gal.

	Electric Van	Conventional Van		
		Case 1	Case 2	Case 3
Assumptions				
Van cost(1)	\$ 19,300	\$ 12,100	\$ 12,100	\$ 12,100
Replacement battery	\$ 4,750			
Fuel consumption	0.9kWh/mi	10mpg	10mpg	10mpg
Fuel cost	5 ¢ /kWh	\$ 1.00/gal	\$ 1.15/gal	\$ 1.25/gal
Salvage value	20%	15%	15%	15%
Battery salvage value	5%			
Life-Cycle Costs (¢/mi)				
Depreciation				
Vehicle	13.5	11.7	11.7	11.7
Battery(2)	10.0			
Cost of capital ⁽³⁾				
Vehicle	4.4	3.6	3.6	3.6
Battery(2)	1.4			
Fuel/electricity	4.5	10.0	11.5	12.5
Maintenance	7.0	14.0	14.0	14.0
Total cost (¢/mi)	40.8	39.3	40.8	41.8

- (1) Assumes U.S. manufacturers. Cost of imports will be affected by import duty and currency exchange rate.
- (2) Includes replacement of the battery after four years.
- (3) Real cost of capital assumed to be 6%/yr.

Electric Van(Life-cycle cost =40.8 ¢/mi) Gasoline-Powered Van(Life-cycle cost=40.8 ¢/mi)



出典：EPRI JOURNAL July/August 1986

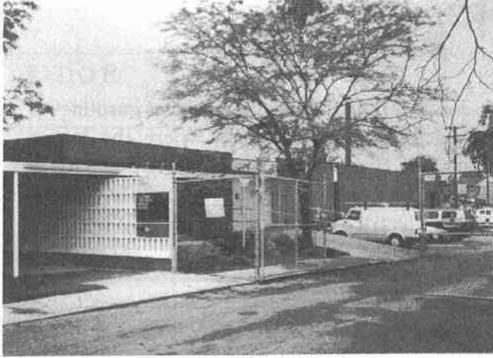


写真7 デトロイト・エジソンの保守センター

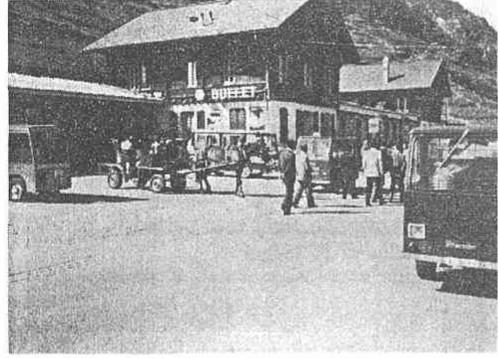


写真11 ツェルマット駅前



写真8 クロライド・EV社の保守担当室

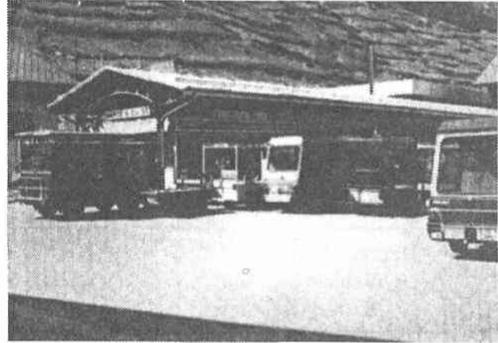


写真12 同 上



写真9 TVAのEV専用のテストコースによる試験



写真13 住居の全景（1階はEVの車庫（写真14参照）、2階が住居）



写真10 空調設備を取付けたEV（TVA）



写真14 Bald Head Islandで利用されているEV

7. おわりに

全体的な印象ですが、各国共、国やEC(欧州共同体)のリードのもとに、電力会社、自動車メーカー、電池メーカー等が、熱心にEVの研究開発、普及に取り組んでいるという

ことでありまして、今後、日本におきましても、国のリードのもとに、自動車メーカー、電力会社等関連企業が協力して、研究開発、普及の努力を行なう必要があると思われま
す。(はしずめ しょうぞう)

我が国の電気自動車動向

日産自動車(株)産業機械事業部国内販売部

開発営業課長 川 越 迪

我が国の電気自動車は、オンロード車（一般道路走行車）約535台、オフロード車（構内走行車）約1,310台が保有されているが、このうち電動ゴルフカーが約1,100台を占める。この他に電動貨物車1万4千台、電動フォークリフト11万台が保有されている（図1参照）。

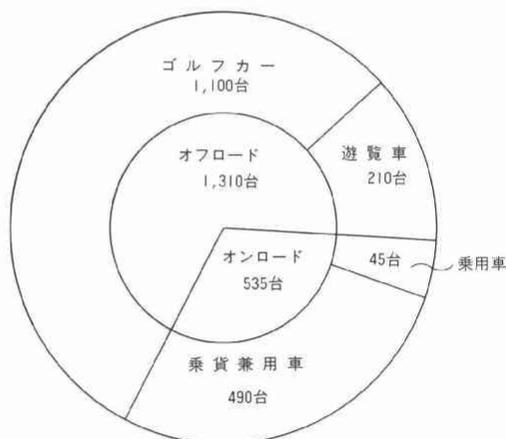


図1 我が国の電気自動車台数

1. 電気自動車の種類と特徴

1) オンロード電気自動車

道路交通法に適合しナンバープレートを持つ一般路走行用電気自動車については、我が国ではそのほとんどが軽四輪乗貨兼用車をベースとした2人ないし4人乗りの車両である。この他、乗用車が少数使用されている（写真1～2参照）。



写真1 ダイハツハイゼット軽乗貨兼用車



写真2 軽乗用車スズキアルト

機構性能上の特徴は表1に示すように、オフロード車と比較すると乗車定員は少ないにもかかわらず大型のモーター、大容量電池を搭載し、最高速80km/h、一充電走行距離110kmで、ともにオフロード車を大きく上廻っている。

この結果として車両重量はガソリン式軽四輪車の2倍に近い重量になっている。オンロ

表1 仕様比較表

	オンロード 軽乗用車	オフロード 遊覧車
乗車定員	2人	8人
空車重量	900kg	1,000kg
最高速度	80km/h	15km/h
走行距離	110km	60km
原動機	10kW	8kW
電池	150AH—8個	120AH—8個

ード車は一般路上で車速の速いガソリン車と混合走行するため、少なくとも市街地最高速(40~50km/h)を超える速度を必要とするため、大型のモーターを必要とする。又、オンロード車では実用上走行距離にかなりの余裕が必要なため、大容量電池を必要としている(表1参照)。

2) オフロード電気自動車

我が国のオフロード電気自動車を最も多く活用しているのは、コテージシステムを採るリゾートホテルで、宿泊客送迎用に用いられている。ついで遊園地、公園の入園者案内用、ハイテク工場の見学者案内用が主なものである(写真3~4参照)。

特別な場合以外ガソリン・ディーゼル車は構内に入らないようになっており、最高速も



写真3 日産遊覧車EVリゾート(10人乗り)



写真4 ダイハツ遊覧車ミニエレキバス(8人乗り)

安全・経済的な15~20km/hと低い速度に押えられている。又、構内のため道路延長も最大3km程度で、一充電走行距離も60kmとオンロード車に比べて短く押えられている。表1に示すようにオフロード車は8人乗りのガソリン車よりむしろ軽量にまとめられている。

この他に数量的には少ないが、日産自動車ではガイドカーと呼んでいるフルオープンカーがあり、VIPの工場案内用や博覧会の開会式パレード等に用いられている(写真5参照)。



写真5 ガイドカー

オフロード電気自動車はオンロード車より新しく、現在ある210台もこの数年間で整備されたもので、毎年約20台ずつ増加している。

我が国の電動乗用ゴルフカーは2人乗りの超小型のものであるが、米国では最近温暖な

海岸に近い島を利用してゴルフ場を中心とする停年退職者の住宅団地を作り、その地域はガソリン車をオフリミットにしてゴルフカー・ベースの4人乗り小型電気自動車を指定して、共通の充電コンセントで地域内どこでも駐車・充電できるようにした地域が出現している。最大のものは1つの島で300台を超える電気自動車が稼動している。

我が国も将来の老人国化は避けることができないことから、このような団地の出現が予想され、その場合は米国よりは公共交通機関の色彩の強い5人～6人乗り程度のオフロード電気自動車の必要性が増すものと考えられる（写真6参照）。



写真6 米国ゴルフカーベースオフロード車

2. 電気自動車の維持費

図2に10人乗り電気自動車と電気自動車の使用条件に合せた9人乗りガソリン車の維持費を比較した。電気自動車は手造りの小量生産で高価なため、イニシャルコストの差の償却費は入れていない。ガソリン車の燃料費、オイル費・不凍液費は走行距離にかかわらず、1km当り約20円で一定である。電気自動車は、充電費に、約50km走行毎に1ℓ補水する蒸留水費を加えても、1km当り約10円である。しかし約1,200サイクルの充放電で交換を要す

るバッテリーの1km当りの償却費は、1組のバッテリーの走行距離により異なり、2万kmでは15円、実用上の限界である6万kmを走行すれば5円である。1セットの電池で3万km以上走行すれば、バッテリーの償却を含めても電気自動車はガソリン車よりも低燃費であると言える。

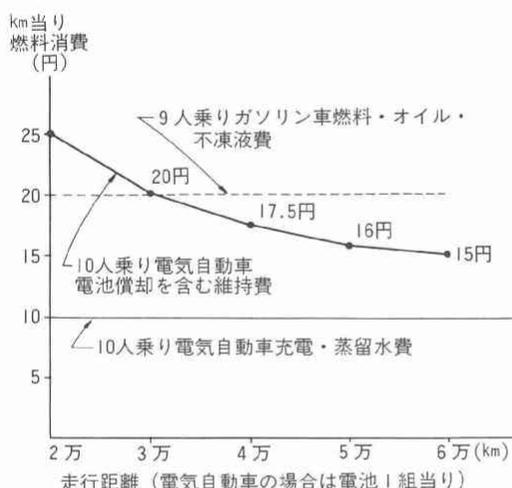


図2 燃費比較

3. 電気自動車の今後の動向

最初に説明したように、我が国では電動フォークリフトが既に量産規模に達しており、昭和61年度では2万5千台が生産されている。このような生産量を背景に新しい技術が積極的に採用されており、これらを電気自動車に採用していくのが今後の方向であろうと考えられる。具体的に説明すると、

1) マイコンコントローラーの採用：

坂道発進の容易なアンチロールバックや、ブレーキ効果のソフトな回生制御装置、正確な電池残存容量計等が小型軽量なマイコンコントローラーの採用で比較的安価に装備できるようになる。

2) 可変界磁モーターの採用：

フィールドコイル切換により低速では高トルク、高速では界磁力を弱めて速度を伸ばすモーターにより高性能と経済性を両立させることができる。又、補機用小型モーターには永久磁石型モーターの採用により電力経済性を高めることができる。

3) 電動パワーステアリングの採用：

重量の大きい電気自動車ではパワーステアリングの必要性は、オフロード車では勿論、オンロード車でも大型化に伴い必要性が増すと思われる。現在のパワーステアリングは専用モーターにより油圧ポンプを駆動する方法で、キーオンで常時作動し電力ロスが大きい。電動パワーステアリングは、ハンドルに回転力を加えると初めてモーターが回転し、且つダイレクトにステアリングをパワーアシストするため電力ロスが少ない上、油圧機構が省略できるのでコストダウンに役立つ。

4) クーラーヒーター付オフロード車：

現在のオフロード車はすべて極めて開放的な車両で、防雨対策としてビニールカーテンを備えるに過ぎない。現在のユーザーは比較的気候が温暖な所で使用しており、まれに寒冷地であっても冬季は使用していない。今後オフロード車の使用範囲を広げるためには、より車両の密閉度を高め、冬季は燃焼式ヒーター付とし、夏季は停車時間の多いオフロード車の特性を活用して、停車中の充電と同時にクーラーを作動させ車室を冷却、走行時

にはファンのみの作動で運行しても、運転時間の短いオフロード車では最低限のクーラー効果が期待できる。クーラーの採用により、密閉型車でも高温地域で快適な使用が可能になろう。

5) ACモーター付オンロード車：

現在のオンロード車が、軽四輪ベースの2～4人乗り車のみであるのは、前述したフォークリフト用DCモーターで量産されているものが10kW止まりであるためである。しかし最近ACモーターの周波数コントローラーが産業界で広く用いられるようになり、将来的にはかなりのコストダウンが考えられることから、DCモーターより入手容易なACモーターを採用したオンロード車の実用化が望まれる。ブラッシュレスのACモーターはサービスフリー化が可能となるメリットを併せ持つ。

6) 燃料電池の採用：

燃料を補給すれば24時間走り続けられる燃料電池車は究極の電気自動車である。(メタノールを使用する燃料電池電気自動車は現在コストの壁はあるものの、一つの目標を示している。)

又、燃料電池の反応速度が高い点を上手に利用すれば、燃焼式モーターと異なり、環境を汚さないヒーターとして活用できる。なるべく早くトライアルを行いたい夢の電気自動車ということができよう。(かわごえ すすむ)

質 疑 応 答

市川（四国電力） 稲垣さんにお伺いいたします。先日の新聞によりますと、63年度から30億円をかけて、新しい電気自動車開発プロジェクトをスタートさせるという報道があったのですけれども、そういうご計画があるのかどうか、また、もしお持ちでしたら、概要をお話いただけたら幸いに存じます。

稲垣 ご指摘の新聞記事の計画があるかということでございますが、実際通産省の中で、そういう計画を現在検討中でございます。今のところ5年ぐらいで30億円強のお金をかけて、研究開発をやりたいということで、資源エネルギー庁、工業技術院を始め関係部所と今調整中でございます。ただ、現下の財政事情の下では、財源的に非常に厳しいということを通産省の中の財政当局のほうからは言われております。具体的な内容等につきましては、今のところ、まだ新聞記事以上のことを公表できる段階にはございませんので、ご容謝願いたいと思います。

座長（越川） それでは私のほうから川越さんにお尋ねしたいのですが、電気自動車の経済性という問題はかなり大きな問題としてあると思うのですが、少なくともフォークリフトについて言えば、かなりの量産体制に移りつつある。これがオンロードの電気自動車の経済性にそのままスライドできるかどうかには問題があるかも知れませんが、フォークリフトの場合でのガソリンと電気との経済性の差というのはどういうところにあるのか、というのを参考のために教えていただけたら、と思うのですが。

川越 私ども日産自動車ですべて売っておりますバッテリー式のフォークリフトとガソリン式のフォークリフトという形で比べさせていただきますと、やはりイニシャルコストにつきましては、どうしてもバッテリーフォークリフトが高うございます。大体3～4割高いというのが現状だろうと思います。

ところがランニングコストで申しますと、大体3年に一度バッテリーを交換する点を考慮に入れても、ほぼこのコストの差は6年程度使用すれば吸収できます。

この原因は、既に量産規模に達しているバッテリー式フォークリフトが安くなっていること、充電費（燃料費）、整備費共にバッテリー式フォークリフトの方が安いことにあると判断しています。

ただし、コスト差を6年で償却するためには、バッテリー式フォークリフトを1日4時間以上使用する必要があります。維持費につきまして申しますと、明らかにバッテリーフォークリフトのほうが安いという説明で、私ども販売しております。現在の日本の保有状況は、30%がバッテリー式フォークリフトでございます。これが北米にまいりますと、50%、ガソリンに比べ電気料金の安い欧州にまいりますと、逆転いたします。ほぼ60%ぐらいがバッテリーフォークリフトであるというふう聞いております。そのへんからも、排気の問題だけでなく、経済的にみても、バッテリー式フォークリフトがすぐれていることが認識されています。

座長 ほかにご質問がないようですので、極めてプリミティブな質問をさせていただきます。日本でオンロード、オフロードと言っておりますが、外国の場合は、オフロード車が

オンロードで走ることが認められているのか、認められてないのか。日本の場合は、それができるのか、できないのか、そのへん、どなたかからお答え願いたいと思います。

稲垣 私も詳しくは存じませんが、日本の場合には、オンロード車ということで、一般の公道を走る場合には、道路運送車両法の保安基準に適合しているということが絶対条件でございまして、その保安基準に適合した車のみが、公道の上を走れるわけでございます。ですからオフロード車というものの定義が、そういう公道を走れない車ということでありますれば、オフロード車がオンロードを走れ

るということとはございません。ですから車を2つに分けるわけです。ナンバープレートを取った車をオンロード車と言い、ナンバープレートを取っていない車をオフロード車とするのであれば、オフロード車はオンロード、公道を走ることはできないことになります。私は外国の状況はよく知りませんが、外国でも多分そういうことになっているのではないかと思います。外国でも多分いろんな法律がございまして、その要件を満たしている場合に、公道を走れるということになっているのだらうと思います。

電池技術研究開発の動向

工業技術院大阪工業技術試験所

無機機能材料部電池研究室長 高橋 祥夫

電気自動車におきまして、動力源であります電池は特に重要な構成要素の一つでございます。表1は電気自動車の開発課題と電気自動車の電池の開発課題をそれぞれ対比して示したものでございます。現在の電気自動車につきまして、最もご不満あるいは苦情の多いのは、一充電走行距離が短い、すなわち一度充電して走れる距離が短いということでございます。この一充電走行距離というのは、電池のエネルギー密度、つまり単位重量あるいは単位体積当たり取り出せる電力量の大きさによって支配されるわけでございます。そのため電池の開発上、最も重視されるものはこのエネルギー密度の向上ということであります。

表1 電気自動車及び電気自動車用電池の開発課題との対比

電気自動車の課題	電気自動車用電池の課題
一充電走行距離の延長	エネルギー密度の向上
メンテナンスコストの低減	長寿命化
イニシャルコストの低減	製造コストの低減
加速・登坂性能の向上	出力密度の向上
走行費（燃料）の低減	充放電効率の向上
保守の簡易化	密閉型電池の開発

次に、電気自動車の普及が十分に進まないという理由の一つに、コスト高がございまして、

コストには、イニシャルコストとメンテナンスコストの二つがあります。電気自動車のイニシャルコストのかかなりの割合を電池のコストが占めておりますので、電池の製造コストの低減というものは、電気自動車のイニシャルコストの低減に有効に働きます。一方、電池の寿命が十分でないために、現状では2～3年で電池を交換するということが必要でございます。このことは直接電気自動車のメンテナンスコストにかかってまいります。理想的に言いますと、車体の寿命、すなわち約10年程度の電池の寿命が望まれるわけでございます。

さらに、電気自動車に対する不満の一つが、加速・登坂性能等の動力性能が十分でないということでございます。これは電池にとりまして、単位重量や単位体積当たり取り出せる出力、パワー、すなわち出力密度が十分でないということに繋がり、この向上も重要な開発課題となるわけであります。さらにまた、走行費（燃料）の低減ということも電気自動車の経済性を高める上で必要であります。

行政的な面では電気自動車の夜間充電に対する割り引き電力料金の適用が望まれますが、技術面から言いますと、電池の効率を高

めていくということが必要なわけであり
ます。現在では、鉛蓄電池の充放電効率
は60から70%程度というふうに思
っておりますが、そうしますと、約30
から40%の電力が無駄になってしま
っているということになって、その無駄
の減少ということが望まれるわけあり
ます。

さらに保守の簡易化ということも重要
な課題であります。電気自動車は、ガ
ソリン車に比べて、ご存じのとおり充
電という手間がかかります。さらにその
上に現状では、電池への水の補給、つ
まり補水という手間がかかります。少
なくともその補水の手間を省くため
にも電池を密閉化していくことが必
要と思われま

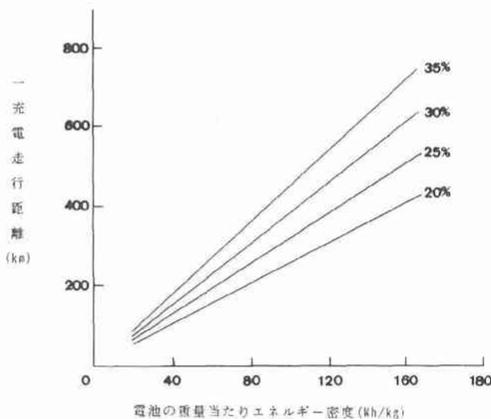


図1 電池の重量当たりエネルギー密度と電気自動車の一充電走行距離との関係（図中の数字は電気自動車の総重量中に占める電池の重量比）

図1は、縦軸に一充電走行距離をとり、横軸に電池の重量当たりエネルギー密度をとって、その両者の関係を示したものであります。図中の数字は、電気自動車の総重量の中で、電池の占める重量比であります。ご覧のように、エネルギー密度と一充電走行距離とは比

例関係にございます。従いまして、電池の重量をどんどん増していけば一充電走行距離はどんどん延びるのではないかと言うふうを受け取られる向きもあるかも知れませんが、そうはいきませんで、電池をあまりたくさん積み込みますと、乗員のための居住空間もなくなりますし、荷物の積載のスペースもなくなるというようなことで、現実には電池の重量比は35%ぐらいが上限というふうに言われております。このようなことから電池のエネルギー密度の向上ということが必須の開発課題となるわけでありま

1. 電気自動車用電池の開発経過と現状

1.1 我が国における状況

表2は昭和46年から開始されました通産省の電気自動車大型プロジェクトで、51年度に最終的に開発されました電池の性能のまとめでございます。当時のプロジェクトでは、とにかく一充電走行距離を延ばそうということで、高エネルギー密度の電池を開発するということに力点が置かれてまして、そのために金属-空気系の電池というものにかなりの比重をおいて開発が進められました。その理由は、空気極というものは、空気中の酸素を反応物質として使いますために、電池の中に反応物質を保っておく必要がなく、従って電池の重量が非常に軽くでき、エネルギー密度が上げられるからであります。そのようなわけで、鉄-空気電池、それから亜鉛-空気電池が2種類ということで、計3種類の金属-空気系電池が開発の対象となったわけでございます。しかし、空気極を使う電池というのは、パワーが取り出しにくいという欠点を持って

表2 『電気自動車』プロジェクトで最終的に開発された電池の性能の実績値

		エネルギー密度* (0.2C, Wh/kg)		寿命 (0.2C, 60% DOD, サイクル)	
		目標値	実績値	目標値	実績値
鉄-空気電池 (松下電器産業㈱)	ハイブリッド	70以上	81.0 (79.0)	200~300	352
高出力鉛電池 (松下電器産業㈱)		40	42.0	200~300	601
鉄-ニッケル電池 (松下電器産業㈱)		60	82.5	1,000	1,218以上
電解液固定式亜鉛-空気電池 (日本電池㈱)	ハイブリッド	80以上	131.5 (126.5)	200~300	138
高出力鉛電池 (日本電池㈱)		30以上	35.5	200~300	265
高性能長寿命鉛電池 (日本電池㈱)		50	50.0	500以上	522
マット構造型クラッド式鉛電池 (新神戸電機㈱)		50以上	51.5	500以上	701
電解液循環式亜鉛-空気電池 (三洋電機㈱)	ハイブリッド	80以上	116.5 (109.0)	200~300	241
高出力鉛電池 (新神戸電機㈱)		40以上	46.5	300以上	308
マット構造型ペースト式鉛電池 (新神戸電機㈱)		50以上	51.5	500以上	556
路線用電気バス用鉛電池 (湯浅電池㈱)		40以上	42.5	800以上	1,647
密閉式集合型ナトリウム-硫黄電池 (湯浅電池㈱)		80以上	90.5 (3.0)	50~100	92

* () 内の数字は補機に消費するエネルギーを考慮した正味の値
 (注) 0.2Cとは、1/0.2=5時間で公称容量分を放電する際の放電電流を意味する。
 60%DODとは、公称容量の60%まで放電したところで充電を行うことをいう。
 寿命は、放電量が公称容量の60%を切るまでのサイクル数をいう。

おりますので、そのために高出力を取り出せる鉛電池、すなわち高出力型の鉛電池と一緒に車に載せるといふハイブリッド電池方式というものが採用されまして、これはどの金属-空気電池についても、そういうふうな構成になったわけでございます。

つぎに、各開発対象電池のエネルギー密度と寿命につきまして、それぞれ細かい目標値が設定されました。エネルギー密度については、低いもので高出力鉛電池の30Wh/kg、高いものでは目標値が80Wh/kg以上というように設定されました。開発された実績値と致

しましては、高いものでは、電解液固定式亜鉛-空気電池のように131.5Wh/kgというような記録的な値が成果として得られたわけでございます。また、これらの電池を搭載致しました電気自動車につきましても、例えば電解液循環式亜鉛-空気電池と、高出力型鉛電池をハイブリッド電池として搭載しました小型トラックは一充電走行距離が496kmというような世界記録を出し、その記録は現在もまだ破られていないというような成果も得られたわけでございます。しかし、技術的には当時の世界の最高水準に到達は致しましたが、先

ほど稲垣さんからお話がありましたように、経済性のあるものにまで開発するには手が回らなかったということもございまして、直ちに実用車につながっていくというようなことには至らなかったわけです。

その後、電気自動車研究組合で改良型鉛電池とか、あるいは鉄—ニッケル電池、亜鉛—ニッケル電池の開発も進められてきて、それなりの成果も得られておりますが、開発資金が十分でなかったというようなこともございまして、やはり新しい電池がすぐに実用につながるというまでには至っていないというのが現在までの経過でございます。

1.2 海外における状況

一方海外におきましては、米国では昭和52年（1977年）に電気自動車研究開発実証法というものが成立しました。この成立には日本の電気自動車の進歩というものが一つの引き金にもなったわけでございますが、その法律の下で、大々的な電気自動車及び電気自動車用電池の開発が始まりました。しかし、その1年後ぐらいにレーガン政権に変わりました、それ以降大幅に予算の圧縮を受けたということで、残念ながら開発の規模もかなり縮小されたわけでございます。しかし、先ほど橋詰さんからご紹介がありましたように、最近でもエネルギー省及び電力研究所の両予算を合わせますと、かなりの金額が電気自動車の開発に投入されているようであります。現在の米国における状況につきましては、これも橋詰さんの方から詳しく紹介がございましたので、省略したいと思います。

それから欧州におきましては、地味ではありますが、ナトリウム—硫黄電池の開発が着

実に行われております。英国のクロライド・サイレントパワー社、西ドイツのブラウン・ボベリ社、フランスのCGE社等が代表的な開発機関となっております。

表3は国内及び海外の最近の各種電池の開発状況をまとめたものであります。鉄—ニッケル、亜鉛—ニッケル、アルミニウム—空気、亜鉛—塩素、亜鉛—臭素などは常温型の電池でありますし、ナトリウム—硫黄、リチウム—硫化鉄はそれぞれ350度C、あるいは450度Cという作動温度で働く高温型の電池であります。ご覧のように、それぞれの電池が長所を有してございまして、それぞれ開発課題を抱えているというのが現状でございます。

図2は昨年春に日本電動車両協会でも出版されました「電気自動車用電池の開発状況調査報告書」から引用させて貰ったものであります。いろんな電気自動車用の二次電池につきまして、出力密度、エネルギー密度、充放電エネルギー効率、資源的な制約、予想されるコスト及び寿命につきまして、現状を星型表示で示したものであります。このプロフィールが、六角形に近づけば近づくほど電気自動車用として優れた電池ということになるわけであります。例えば鉄—ニッケル電池につきましては、出力密度と寿命というのは、申し分がないわけではあります、エネルギー密度と充放電エネルギー効率がかなり低く、コストが大きく嵩み、資源的な制約、これはニッケルについてですが、も若干受けるというふうに読み取って頂きたいということでございます。

ほかの電池については、説明を省略いたしますが、今申し上げたような見方で各電池を眺めていただければよいかと思います。

表3 電気自動車を目指して開発されている新型二次電池

二次電池の種類	鉄-ニッケル	亜鉛-ニッケル	アルミニウム- 空気	亜鉛-塩素	亜鉛-臭素	ナトリウム- 硫黄	リチウム- 硫化鉄
電解質	KOH水溶液	KOH水溶液	KOH水溶液	ZnCl ₂ 水溶液	ZnBr ₂ 水溶液	β ⁺ -アルミナ	LiCl-KCl 熔融塩
理論エネルギー 密度 Wh/kg	266	356	4,160	465	430	792	770~1,298
開路(理論)電圧 V	1.37	1.75	2.75	2.12	1.82	2.0	1.76
作動(平均)電圧 V	1.2	1.3	1.1	1.9	1.7	1.8	1.2
作動温度 ℃	常温	常温	常温	常温	常温	350	450
性能の現況	60Wh/kgで2,000 サイクル (Westinghouse 社) 83Wh/kgで1,300 サイクル (松下電産) 57Wh/kgで1,500 サイクル (SAFT)	61Wh/kgで700 サイクル (Yardney社) 75Wh/kgで500 サイクル (古河電池) 73Wh/kgで234 サイクル (湯浅電池)	開発初期段階の ため十分なデー タがまだ発表さ れていない	150Wh/kgで400 サイクル以上 (EDA社)	65Wh/kgで400 サイクル以上 (Exxon社) 55Wh/kgで50 サイクル以上 (Johnson Controls)	98Wh/kgで450 サイクル (湯浅電池) 80Wh/kgで250 サイクル (Beta Power 社) 136Wh/kgで610 サイクル以上 (Ford Aero.)	55Wh/kgで700 サイクル (ANL) 83Wh/kgで590 サイクル以上 (ANL-Gould)
長所	高エネルギー密度 高出力密度, 長 寿命	高エネルギー密度 高出力密度	高エネルギー密度	高エネルギー密度	高エネルギー密度	高エネルギー密度 高出力密度	高エネルギー密度
現時点での問題 点	高価, やや充放 電効率が低い, 密閉化が困難	短寿命, 高価	メカニカルチャ ージ方式の実用 性が不明確, ト ータルシステム としての充放電 効率が不明確	短寿命, 高価, 低出力密度, 保 守・取扱に手間 がかかる	短寿命, 高価, 低出力密度	高価, 短寿命	高価, 短寿命
今後の開発上の 重点	製造コストの低 減	製造コストの低 減, 長寿命化, 保守・取扱の簡 易化	メカニカルチャ ージ方式の実用 性の実証	長寿命化, ポン プ等の補機の信 頼性向上, 保守・ 取扱の簡易化	高性能セパレー タの開発, 保守・ 取扱の簡易化	単電池性能の均 質化, 固体電解 質製造コストの 低減	高性能で安価な セパレータの開 発, 長寿命化
資源供給面での 制約	ニッケル	ニッケル	ニッケル(空気 極基材), 貴金属 (空気極触媒)	なし	なし	なし	リチウム
主な研究開発機 関	松下電器産業(株) 本多電機(株) Westinghouse 社(米) Eagle-Picher 社(米) NI IAT(ノ連) SND C社 (スウェーデン) SAFT社(仏)	日本電池(株) 古河電池(株) 湯浅電池(株) GM社(米) ERC社(米) Yardney社(米) Eagle-Picher 社(米) DAUG社(独)	Laurence Livermore 国立研究所(米) Lockheed社 (米) ALCAN (カナダ)	古河電気工業(株) EDA社(米)	憐明電舎 Exxon社(米) ERC社(米) GEL社(米) Johnson Controls社(米) SEA社 (オーストリア)	湯浅電池(株) 憐日立製作所 Beta Power社 (米) Dow Chemical 社(米) CGE社(仏) CSPL社(英) Ford Aerospace 社(米) Brown Boveri 社(独) Beta R&D社 (英)	Argonne国立研 究所(米, 略称A NL) Gould社(米)

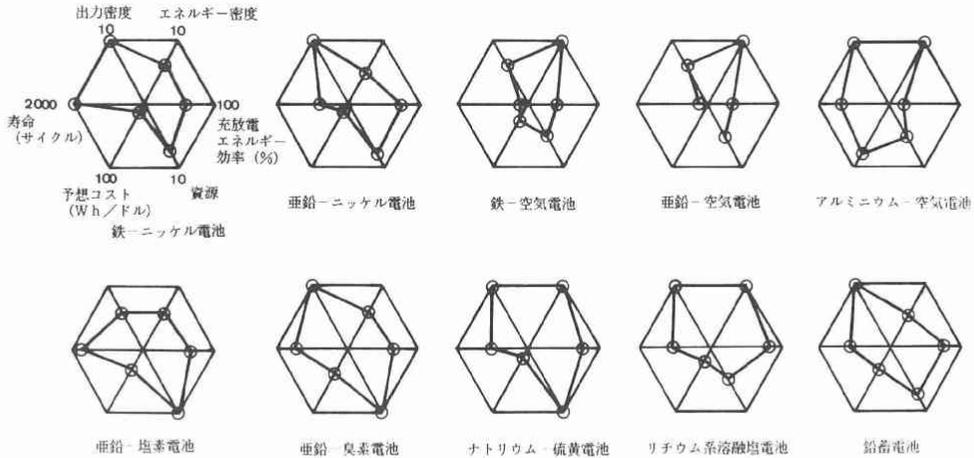


図2 電気自動車用新型二次電池の性能，コスト及び資源の現状

2. 電気自動車用電池の今後の開発方向

次に、今後の電気自動車用電池の開発方向についてでございますが、一つは現在工業技術院で「新型電池電力貯蔵システム」のプロジェクトを実施中ですが、そこで開発中の新型電池の電気自動車への応用を図ることが考えられるわけでございます。現在4種の新型電池が並行して開発中ござ

いますが、この中のナトリウム-硫黄電池と亜鉛-酸素電池につきましては、外国では専ら電気自動車用ということで、開発されている電池でございます。そのような点から我が国におきましても、これらの電池を電気自動車用としても開発していくことは十分に可能と思われま。さらに、ニッケル-亜鉛、ニッケル-水素といった高いエネルギー密度の期待できる密閉型の電池の早急な開発もぜひ



図3 鉛蓄電池の改良点 (＝で囲ったのは開発を優先すべきと思われる課題)

必要と思います。

それからさらに忘れてならないのは鉛電池の改良ということであります。図3は、鉛電池の改良が望まれる点をまとめて示したものでございます。電池本体につきましては、とにかく当面密閉化というものが大きな課題となるのではないかというふうに考えております。最近、密閉型鉛電池の生産というのは年々増加してきつつありますけれども、電気自動車のような厳しい使い方をする用途には、まだまだ密閉型が使えないというのが現状でございます。しかし、電気自動車のメンテナンスフリー化のためには、密閉型鉛電池の開発

がぜひとも必要と思われまます。また、周辺システムの開発についてもいろいろなことが考えられるわけですが、密閉型を対象として考えますと、当面、適正充電システムと残存容量計の開発が特に重要ではないかと思えます。と言うのは、密閉型の場合に各セルにうまく均等に充電するということが安全を保つうえからも大事でございますし、それから密閉化しますと比重を簡単に測るというようなことは困難になりますので、適当な残存容量計というものを開発する必要があると考えるわけでございます。(たかはし さちお)

コミュニティビークルの集中利用 システムの開発

(財)日本電動車両協会 研究部長 齊藤 豊太郎

本日お話ししますのは、私どもが昭和59、60年度に通商産業省と財団法人機械システム振興協会からの委託を受け、東京大学の越先生のご指導を受けて調査いたしました電動コミュニティビークルと、その集中利用システムの調査結果でございます。

本日の話は、これを大きく三つに分け、最初にコミュニティビークルとその集中利用システムとはどんなものかについて簡単に説明し、続いて多摩ニュータウンの一部をケースとしてこのシステムの経済性についてシミュレーションした結果を報告し、最後にそういうシステムを実現化させるにはどんな問題点があるのだろうか、その問題点に対する対

応策はどうかという点についてお話ししたいと思います。

1. 電動コミュニティビークルとその集中利用システムの概要

近年、各地で大規模な住宅団地が作られていますが、団地内部における交通につきましては表1のような課題が残されております。例えば、バスの場合には採算性の面から昼間の運行回数が少ないというような点がございます。

こういう問題点の解決策として考えられたのがコミュニティビークルであります。コミュニティビークルは、1人乗り、あるいは2

表1 ニュータウン内における交通手段とその課題

交通手段	課題
徒歩	大規模な開発により整備されたニュータウンは、丘陵地が多く、かつ最寄駅や商業集積地域から離れた居住地が存在し、徒歩圏ではカバーできない。
自転車 バイク	丘陵地が多いため起伏があり、自転車利用が少ない。 また、バイクは安全性の面や荷物の移動、雨の日の利用などの制約がある。
バス	土地利用が居住に特化しているため、朝夕の大きな需要だけに依存し、採算面から運行回数が少ない。
乗用車	ニュータウンでは乗用車の利用が高くなっているが、居住地区での駐車場、及び駅・商業集積地区での駐車場不足の問題がある。

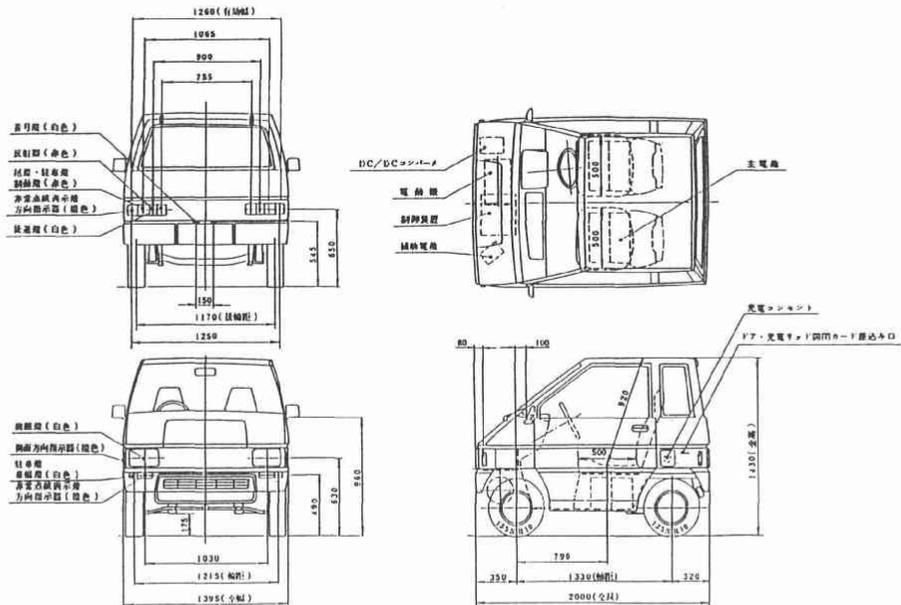


図1 電動コミュニティビークル外観四面図

人乗りの超小型の自動車で、団地内での日常の足として使う車でございます。

そして、その集中利用システムと申しますのは、そういう車を各戸で持つのではなくて、ある運営主体が一括して管理するシステムであります。こうすることによって、住民サイドにも団地開発者サイドにも次のようなメリットがございます。

まず住民サイドでは、自分で車を持たなくても自由に車を使えること、つまり車両管理面での負担が小さくなります。一方、開発者サイドでは、車が小さいためと全体の台数が少なくて済むために駐車場面積が少なくて済みます。さらに、駅までの距離が今までよりも遠くてもよいため、開発対象の地域が広がります。

ところで、コミュニティビークルは住宅地を主に走るのので、公害の面に対する配慮が必要でございます。また、家庭婦人や高齢者の方が運転する機会が多いので、運転操作の容

易なことが必要であります。これらの点から電気自動車に向けた用途の車であるということが出来ます。なお、電気自動車は電池性能の限界のため、1回の充電で走れる距離が長くないという問題点を持っていますが、団地内での走行ということで、この点が問題となることが少なくなります。

図1は電動コミュニティビークルの形状であります。この車はできるだけ小さくするた

表2 電動コミュニティビークルおよび充電装置の主要諸元

全長×全幅×全高 定員 自動車総重量	2,000×1,395×1,430mm 2名 660kg
走行用電源 電動機定格出力	48V×110A(5時間率) 3.7kW(1時間)
1充電走行距離 (40km/h 定速走行時)	50km
最高速度 登坂能力	50km/h 0.268(15°, 13.5km/h)
充電器交流入力 充電時間	3φ・200V・9A 8h

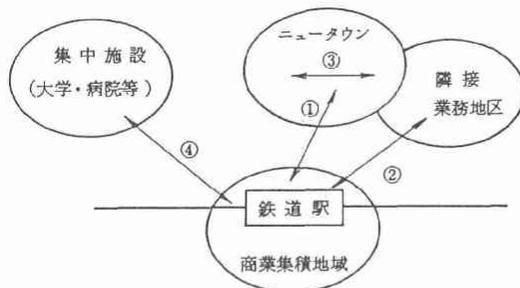
めに長さを限界まで詰めてあります。ただし幅の方は2人掛けであり窮屈でないようにしました。また座席の後に多少の荷物を置くようにしてあります。この車の性能は表2にごさいますように1回の充電での走行距離が、速度40km/h一定のときに50km、また普通に街の中を走った場合に30kmであります。なお、この車の開発費と製作費とは表3のように見積られました。

表3 車両等の開発費および製作費
(500台/年継続生産, 昭和61年1月基準)

開 発 費	120,000千円
製 車 両	1,720千円/台
作 電 池	180千円/セット
費 充 電 器	200千円/基

次にこの車の集中利用システムについてお話しいたします。

まず、このシステムが目当てとする交通は図2の①ないし④のようにニュータウンを中心とした日常の近距離交通であります。システムは、図3のように、管理センター、ステーション、車両などから構成されます。ステーションは地域内に密度高く配置し、ステー



- ① ニュータウン内と駅及び駅周辺商業集積地域との交通
- ② 隣接業務地区への通勤及び業務交通
- ③ ニュータウン内々交通
- ④ ニュータウン最寄駅を利用したニュータウン外の交通集中施設への交通

図2 コミュニティビークルによる交通需要

ションポール(図4)を設置いたします。ステーションポールは、ステーションに配置されたビークルごとに設けられ、管理センターとの情報の交換や、充電などを行います。また、管理センターは、ビークルの運行状況の監視、利用者に対する料金の課金などを行います。

利用者は会員制とし、カードを持っていたが、そのカードは車のキーの役割りをすると同時に会員の識別にも使用し、個人別の利用状況が把握されます。

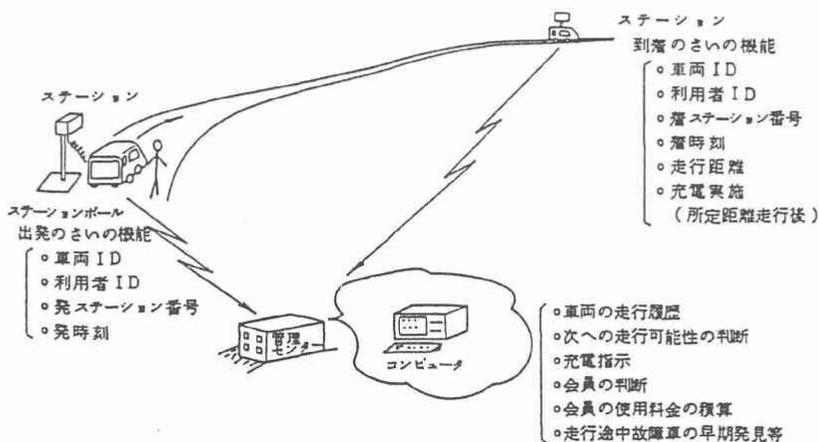


図3 システム概念図

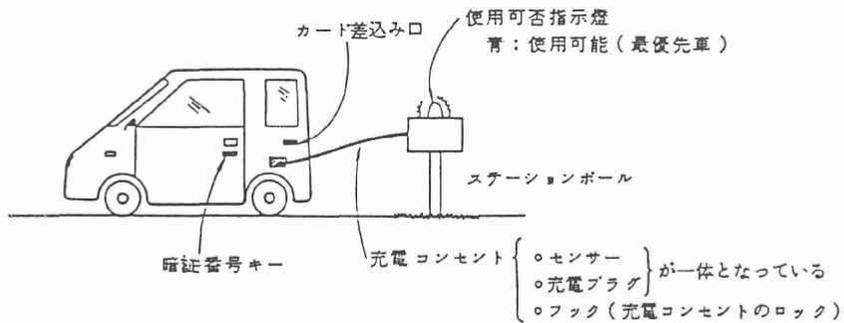


図4 ステーションポールの概略図

そのほか、このシステムには、各車両の走行履歴の把握や、充電の指示と実施等の機能を備え、安全かつ確実な運行を確保するように考えました。

2. 集中利用システムの調査研究

次に、団地の規模に応じたシステムの規模はどの程度か、あるいはシステム経済性はどうか、という調査の結果をご報告いたします。この調査はケーススタディの方法によって

行いました。スタディの対象地区といたしましては多摩ニュータウンの中の貝取、豊ヶ丘地区と、高蔵寺ニュータウン（春日井市）の2か所を取りあげました。ここを選んだのは地形、運輸サービス等がコミュニティビークルシステムに適している点と、入居開始が比較的早く、資料が多いことによりました。本日は、このうち、多摩ニュータウンについてのスタディ結果についてご報告いたします。スタディ対象地区は、多摩市貝取地区および豊ヶ丘地区の一部で、広さはおおよそ1km×

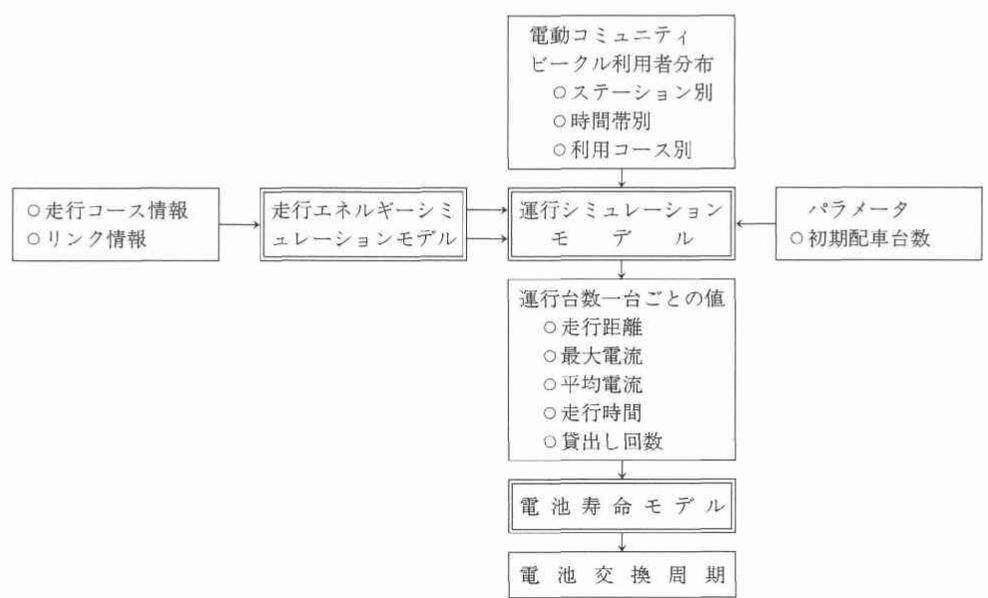


図5 経済性評価フロー

1.5km, 世帯数は4,638でございます。最寄駅は京王線および小田急線の永山駅で、駅までの距離は近い所で1.6km, 遠い所で3.3km程度であります。

ケーススタディの手順は次のとおりであります。すなわち、まず利用者の推定を行います。一方、道路の勾配や地点間の距離などの道路状況と、車の性能とから車の走り方を推定いたします。この両者の推定結果から車の運行の状況を推定し、これから充電に要する電力や、電池の寿命を算出いたします。これ

らの結果と、初期投資の償却費から最終の経費がどの位になるか、あるいは会員の1回の使用料が幾らぐらいになるかを求めたわけでございます。

図5, 6が計算の手順であります。図5は経済性評価のフローで、この図の左側の部分が、道路情報と、その道路を走ったときの走行エネルギーを計算するためのシミュレーションモデルであります。また、図の上の部分はステーション別、時間帯別、およびコース別の利用者の分布の情報であります。この両

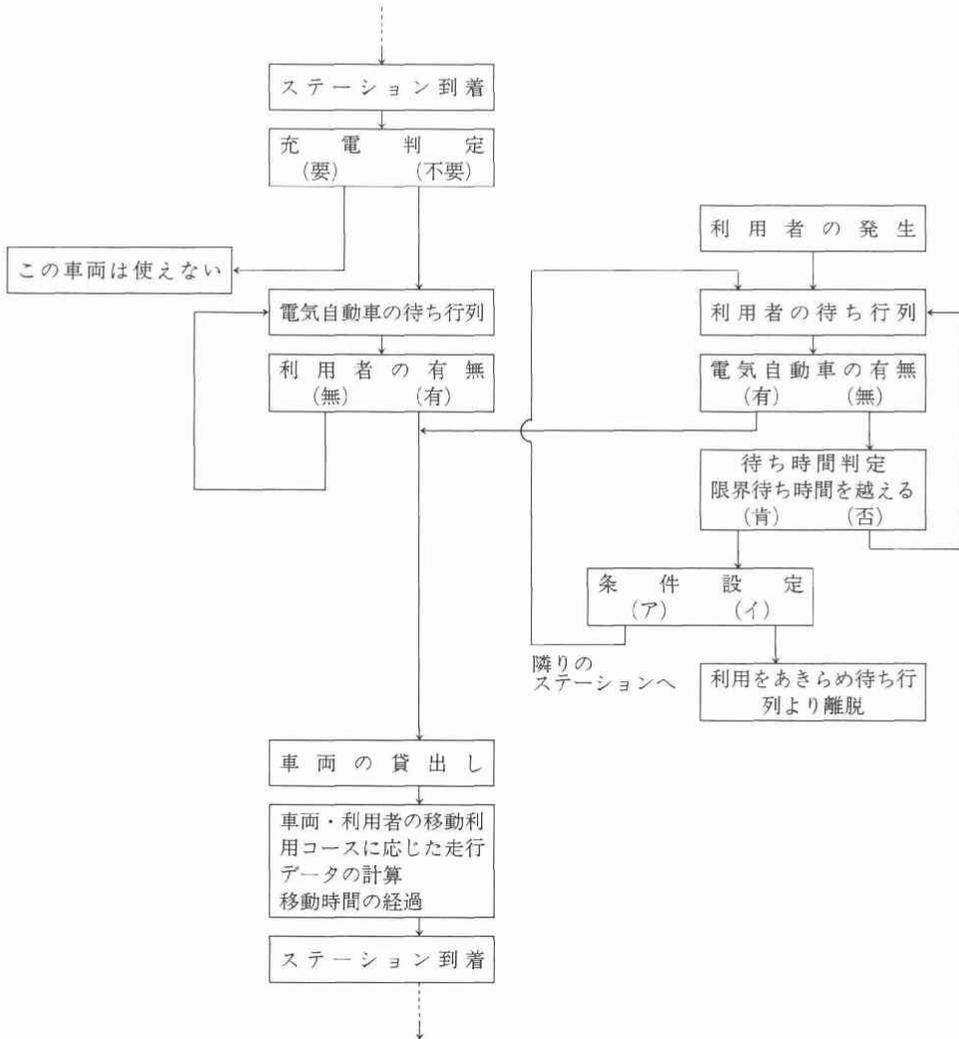


図6 運行シミュレーションモデルの基本フロー (多摩ニュータウン)

方の情報——道路情報と利用者情報——を運行シミュレーションモデルに入れ、各車両ごとの運行状況をシミュレートし、消費電力量、電池寿命などを求め、これから経費を算出いたします。なお、運行シミュレーションのさい、できるだけ少ない台数で、しかも利用不能になる割合が小さくなるように初期配車台数を求めました。図6は、運行シミュレーションモデルの基本フローを示すものであります。

実際のシミュレーションは次のように行いました。

まず対象地域を道路により12の街区に分け、各街区と永山駅前にステーションを配置し、さらに走行ルートを設定いたしました。その様子は図7に示すとおりでございます。次にこの走行ルートを勾配によって分割し、それぞれの勾配と距離を求め、これを道路情

報といたしました。走行ルートの総延長は約6,150m、最急勾配は8.2%、区間の数は25でございました。

一方、利用状況につきましては、各種資料を利用して地区内からの通勤者、地区内への通勤者（学校職員等）および主婦のそれぞれについて街区別、時間帯別に利用の発生状況を推定いたしました。図8は推定結果の一つで、時間帯別にみたときの利用トリップ数でございます。総トリップ数は634で、朝夕の通勤時の利用の多いことが分かります。

各走行ルートごとに1分間当たりの利用者を計算し、発生した利用者は待ち行列の後方に並び、待ち時間が5分間になるまで待っても乗れない場合は、50%の確率で隣りのステーションに行き、車を待つといたします。隣りのステーションに車がないときは、あきら

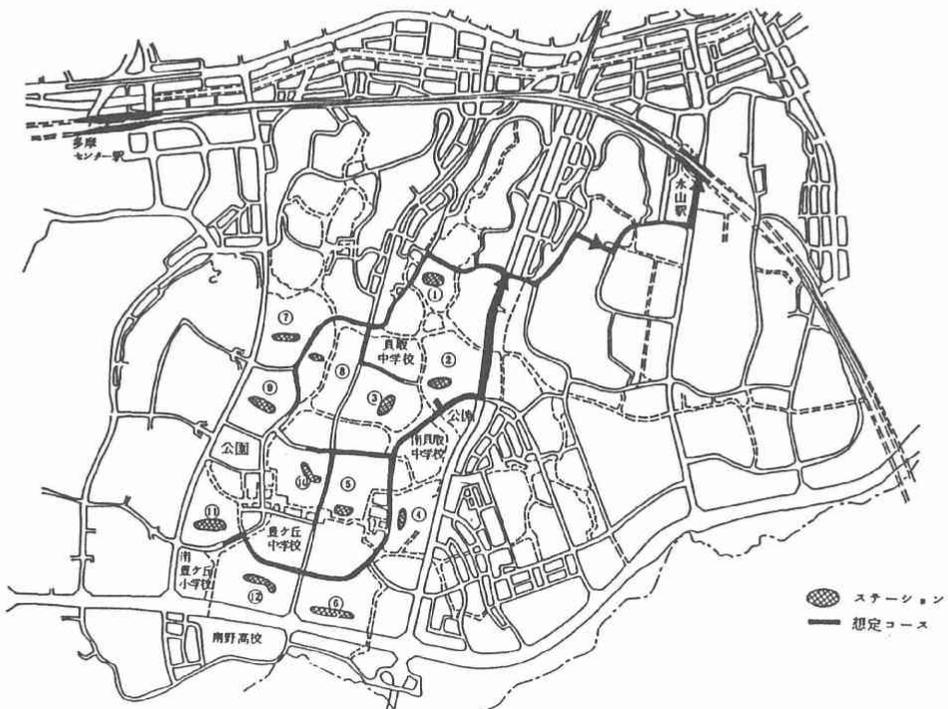


図7 街区別ステーション配置

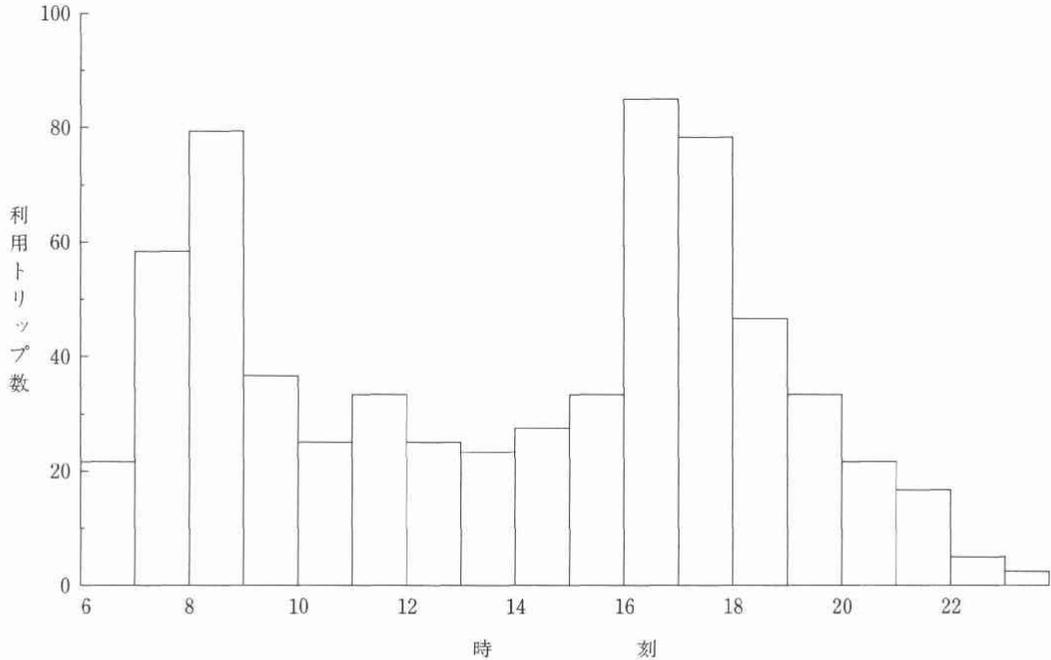


図8 時間別利用トリップ数

めて行列から離れます。このように想定いたしましたして、利用できなかったトリップ数が全トリップ数の1%以下になるように車両台数を決めました。計算結果は99台でございました。

また、各コース別にビークルの走行パターンを仮定し、これから走行に必要な電力量を求め、この値から充電に要する電力量、および電池寿命を算出いたしました。

これらのデータから求めた運行経費と初期投資額の想定値などから本システムの経済性について試算した結果が表4でございます。この計算は、全額自己負担の場合と、ハードウェアの半額について補助金がある場合との二つのケースについて行ってあります。ただし、このシステムは公共性が高いので、駐車場所などは道路敷や公共用地を活用できるものとして、土地の取得、または使用に関する費用は見込んでありません。

表4 経済性試算結果（昭和61年1月基準）

単位：百万円

	全額負担	ハードウェア 半額補助
1. 初期投資		
ステーション建設費	34	17
システム設備費	82	50
維持管理設備費	11	6
車両購入費	188	94
計	316	167
2. 運営費		
人件費	16	16
設備等償却費	23	12
設備維持費	13	13
金利	22	12
電池費	6	6
電力費	4	4
税、保険等	5	5
計	90	68

次に、表5は利用料金を計算した結果でございます。会員の年会費を5,000円としたとき1回の費用がいくらになるかを計算したものであります。表から分かるように、経費全額

表5 年間経費による料金設定（昭和61年1月基準）

項 目	全 額 負 担	ハードウェア半額補助	備 考
年 間 経 費(千円)	90,259	68,231	土地使用は無料とする
会 員 数	693 人		
年 間 会 費 合 計	693人×5,000円=3,465 (千円)		年間会費5,000円とした
年 間 の 利 用 回 数	317人×2回/日×300日=190,200回		
利用に対する収入予定 (千円)	86,794	64,766	
1 回 当 たり 費 用(円)	457	341	タクシー基本料金 470円 バス料金 130円
会員1人当たり年間支出 (千円)	131	99	
1 台 当 たり 経 費(千円)	912	690	

負担のときは457円、ハードウェアの半額補助の場合で341円となります。

なお、会員数の693名は、通勤者の1日利用者数205名の1割増の226名、および主婦の利用率24%と1日利用者数112名とから得られた467名の合計であります。このほか、地区内の学校、サービスインダストリー等への通勤者も見込めるので、会員数は増加の可能性がございます。

以上の経済性試算の結果から、用地を無料で使用できれば、ビークル使用料はタクシーとバスとの中間になるということが分かりました。さらに、団地内への通勤者の利用も考慮すれば、料金は先ほどの金額よりさらに引下げる事が可能でございます。

3. システム実現化の検討

次に本システムの実現化を図るために行った検討の結果について申し上げます。この検討は、どんな組織で運営するのが有利か、法

規上で大きな問題点はないか、さらにシステムの導入および運営に関しての問題点とその対策はどうかなどの点について行いました。

まず、運営主体であります、結論は民間企業の形態が具合良いということでございます。形態として考えることができるものとして民間企業のほかに地方自治体と第3セクターとがございます。

地方自治体がシステムを運営する場合には既存交通事業者との調整の問題——民業圧迫——があります。さらに事業拡張性の問題がございます。つまり、本システムの運営を事業として考えた場合、1事業主体1地区よりも1事業主体複数地区の方が有利となりますが、地方自治体が主体のときは、行政区画の限界があるため、そうすることが難しいということでもあります。

第3セクターと民間企業とを比べた場合は、用地確保の点では第3セクターが有利であり、経営の柔軟性や機動性の確保の点で民間企業の方が優れております。

既設ニュータウンでは土地についての権利関係が確立していますが、新たに用地を確保することは困難ですが、新設のニュータウンでは事業計画や都市計画などでオーソライズされていれば、購入や賃借等の方法で確保することは可能であります。しかし、本システムの採算性は、ハードウェアについて補助を受けられれば成り立つという水準であり、用地のための費用を出しうる余裕は少ないと思われれます。そこで、ニュータウン整備事業者との共同事業化や、システム推進のための基金創設による用地確保が考えられます。いずれにしろ、事業運営者に用地コストを負担させることは無理であり、別の主体による用地の確保と提供とが必要であります。そしてこのような条件のもとでは本システムの運営は民間企業が行うのが有利と考えられます。

次に現行法規上で大きな問題となりそうな点は、第1に路上駐車スペースの確保、次に自動車保管場所の確保、そして自動車貸渡し時の立合い義務の3点であります。

まず、現行法規の精神からは、道路上に保管場所を設けること、あるいは駐車スペースを確保することは困難であります。しかし経費面からは路上を利用できることが望ましく、例えば路側にペイを設けるなどの条件の整備を行い、関係機関との調整、協議を図っていくことが必要であります。また、立合いの問題は、レンタカーにおける車両の損傷をめぐるトラブルや、事故発生のさいの車両側の原因についてのトラブルの防止を目的としたものであります。本システムでは無人サービスを前提としておりますので、立合いを実施することは難しい問題でございます。車両の貸出し、返却のさいの確認作業を無人で

きるようなシステムについて、ハード、ソフト両面からの検討が必要であります。

以上の話からシステムの導入および運営についての問題と対策をとりまとめますと次のようになります。

まず問題点は、①施設用地の確保、②貸渡し時の立合い義務、および③事業の採算性の3点でございます。これら問題点についての対応策は、①の用地問題については例えばニュータウン開発者との共同事業化や用地確保のための基金の創設が考えられ、②の立合い義務に関してはシステム側でのトラブル対策の確立が必要であります。さらに③の採算性につきましては、初期投資負担が軽減されるならば可能性のあることが明らかになりましたので用地保有者と運営主体を分離すること、並びに収入増加を図るためニュータウン内施設の従業員による利用の増加を図ることが考えられます。

最後に、このコミュニティビークルの集中利用システムが事業ベースで実際に運用されるまでに検討すべき課題について申しあげます。

まず、システムを構成する車両を含んだ各種のコンポーネントの機能チェックと、システムとしての実用実験が必要でございます。実用仕様により車両、施設等を製作し、実際に一般住民の利用に供して、システムの持つ問題点やハード機能の問題点を発見し、その改善を図ることが必要であります。また、これと同時に利用者の利用パターンの把握や、システムに対する利用者の印象やニーズを的確にとらえる必要があります。ただし、このためには、車両台数が数十台程度の実験を前提としてもハードシステムだけでも相当多額の費用がかかると見込まれているため、国等

による助成措置がなければ実施は困難であります。

次に事業の基礎条件の整備等を行う機関の整備が必要であります。具体的な事業の展開は民間の事業主体が分担すべきであります。事業の採算性を確保するためには事業の基礎条件の整備等を行う機関の整備を図る必要があります。具体的には、このような機関が、事業の推進に必要な用地の取得や、車両その他の機器、施設の肩替わり取得を図って低廉なコストで各事業主体に貸付けるような仕組みを目ざすべきであると考えております。

第3には、利用者の立場からのメリットの開発が必要であります。いかに優れたシステムでも、利用者にとってのメリットが明らか

でなければ実際には利用されません。また使用料金に見合った便益を得ることができない場合も同じであります。利用者にとっての具体的なメリットとして次のようなことも考えられます。例えば、低公害、超小型という特性を活かして、地域内の混雑施設にコミュニティビークル専用の駐車スペースを確保して利用者の利便性の向上を図るとか、あるいは老人や身体障害者が同乗している場合には、ショッピングモールや公園等への乗り入りを認めるなどの方策であります。

最後にこの発表の許可をいただいた通商産業省と財団法人機械システム振興協会に対しお礼を申し上げます。(さいとう とよたろう)

新電気利用交通システムの将来像 に関する調査研究

東京電力(株)技術開発本部

開発計画部 副長 前川 務

当社における電気自動車の研究開発は都市公害防除を目的に昭和41年度より49年度まで行いました。これにより技術的には実用段階に達したということで、研究を終了し、現在に至っております。国等におきましても、研究が行われたことは、先ほどご紹介があったとおりです。

表1に現時点での電気自動車の性能を示します。例えば、電気自動車は、一充電走行距離におきましては、ガソリン車に比べると相当悪いということになります。先日、Bedfordに乗る機会がありました。少し車体が重そうでしたが、なかなか良い感じでした。

以下私どもが、電気自動車の弱点を補うた

めのシステムについて、勉強した結果を紹介したいと思います。

1. 交通システムに対するニーズ

交通システムに対するニーズとしては、表2に示すように、まず我々大都市に住んでいる者ですと通勤混雑の緩和があらうかと思えます。

それから高速志向があります。例えば多少料金が高くても、早く着けばいいというニーズであります。新幹線、航空機などの利用増加傾向から高速指向がみられます。

移動の質的向上ということがあります。こ

表1 電気自動車の性能

現状の電気自動車の性能	実 用 車		参考例 ガソリン車1300cc
	国 内	英国 Bedford	
・最高速度	80km/h	80km/h	150km/h
・一充電走行距離	110km (40km/h一定)	80~110km (80~90km/h)	1160km (60km/h一定)
・登坂力	40%	16%	44%
・加速性	9秒 (0~40km/h)	11秒 (0~48km/h)	4~6秒 (0~40km/h)
・車両総重量	1005kg	3500kg	1095kg

表2 交通システムに対するニーズ

1. 人流ニーズ
・通勤混雑の緩和 (快適性)
・高速志向
・移動の質的向上 (快適性, 利便性, 経済性)
2. 貨物の輸送ニーズ
・軽量貨物の多頻度輸送 (定時性含む)
・迅速性
3. 交通システム技術
・自動走行(管制)
・経路案内(通信技術)

これは最近価値観が多様化しまして、余暇に力点を置く人が増えてきているなど、より快適性、利便性が求められています。もちろん経済性も必要です。

そして、貨物の輸送ニーズでは、最近宅配便としていろいろな会社で競争しているような軽量貨物の多頻度輸送があります。ここで

は、迅速性が必要とされます。

今後の交通システム技術の展望としては、一つに自動走行があります。しかし、現状では、技術的にも社会的にも多くの問題があります。次に経路案内があります。これは、最近の情報通信技術の進歩に伴い、大きな進展が見られているもので、ナビゲーションシステムと呼んでいます。現在は、警視庁、建設省など公共機関で研究されているものですが、今後は一般においてもニーズが高まると予想されます。

図1のちょっと変わった絵は、トランスポーションギャップを表すものです。縦軸に輸送需要、すなわち利用する人の数を、それから横軸に距離、理論速度、平均速度を示しています。横軸は対数目盛りで書いてあります。そして横に都心とか、都市内、郊外、都市間、国際、大陸間と、トラフィックの種類

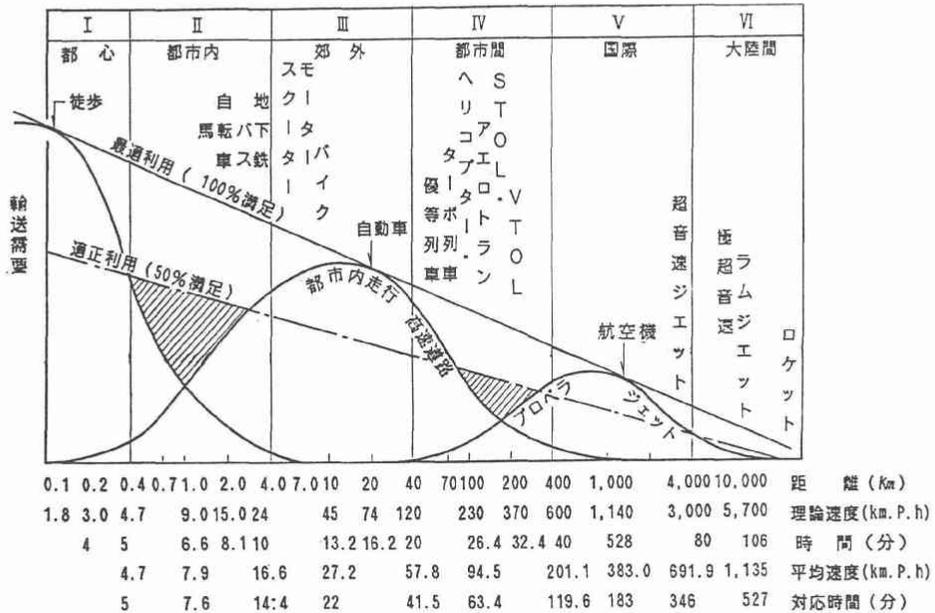


図1 トランスポーションギャップ

出典：パッテル研究所 プーランド氏
〔1971年 OECD報告 運輸研究諮問グループ〕

を6種類に分けてございます。そして典型的な利用分野である徒歩、自動車、航空機の輸送需要が山型で示してあります。徒歩については、歩いて100mか200mぐらいまでは平気ですが、400mぐらいになりますと少し遠いという気がします(適正利用50%満足)。実際には、もっと歩いて平気という方もいらっしゃるかと思えますけれども。それから自動車については、都市内走行で、約20kmぐらいにピークがあらうかと思えます。これは20kmぐらいで快適であるということを表しています。航空機では、千kmから2千kmあたりにピークがあり、そこらが最も快適であることを表しています。

これらのピークを結んで、線を引っ張ったものが最適利用100%満足の線です。そして、適正利用50%満足の線を引っ張り、その下に斜線の部分がございますが、そこが、不満足箇所です。都市内と都市間にトランスポーターギャップがございます。手前の都市内トランスポーターギャップについては、徒歩では遠すぎるし、自動車では近すぎます。馬・自転車・ケーブルカーなどがありますが、いい乗物ではありません。都市間のほうは、自動車では遠すぎて、飛行機では、近すぎます。ヘリコプター、Sツール、Vツールがありますが、騒音問題から考えて、十分ではないと考えられます。JR鉄道総研のリニアモーターカーなんかは都市間のトランスポーターギャップの穴埋めをするものに相当するのではないかと考えられます。

これらトランスポーターギャップは、なにかいい新交通システムがあるのではないだろうか、そういう期待を与えるような部

分でございます。

一方、社会環境面において内燃自動車の増加により慢性的な交通渋滞や交通事故発生が増加などがあいかわらず目立っている。さらに最近においては、自動車の排出ガス、特に、NOxにかかわる環境問題が大きくクローズアップされてきており、環境庁が中心になり、その問題解決の施策が検討され始めております。

2. 既存新交通システム

従来、このような交通問題解決の一方策として新交通システムというものが1970年代から研究され、種々のシステムが研究開発されましたが、実現したものは、神戸のポートライナーに代表されるように、いずれのものも点と点を結ぶ中量軌道システムといわれるものであり、今後はマイカーの最も利点であるドアツードアといった利用者の便益にかなったものが望まれます。表3は、既存の新交通システムをまとめたものであります。「中量」というのは、1時間当たり1万5千から2万人ぐらいを運べるものです。

次に軌道系個別輸送、例としてはCVSとあって、沖縄海洋博で試験導入されたものがあります。これは技術的に可能でありますので、既成市街地には部分的に導入して、デュアルモード機能を付加すれば、ドアツードア性が発揮できます。

リニアモーターカーシステム、まず超電導で騒がれておりますJR鉄道総研のものがあります。それから新都市交通向けリニアモーターカー、これは大阪で試験走行を行っているもので、東京の新しい地下鉄候補として考

表3 既存新交通システムとその評価

既存交通システム	評 価
1. 軌道系中量輸送システム ・ポートルライナー(神戸市)ニュートラム(大阪市)モノレール(羽田) etc.	・ポートルライナーのように無人走行で営業運転を行っており技術的課題はない。 ・線交通であるのでドアツードア性はない。
2. 軌道系個別輸送システム ・沖縄海洋博CVS(試験導入)	・技術的には可能であるので、既成市街地には部分的に導入し、デュアルモード機能を付加すれば、ドアツードア性が発揮でき、導入の可能性はある。
3. リニアモーターシステム ・JR鉄道総研超電導磁気浮上(宮崎) ・新都市交通向けリニアモーターカー etc.	・現状では実験中であるが、線交通で大量輸送ができる。
4. デュアルモードシステム ・ガイドウェイバス(土木研究所) ・デュアルモードトラック(土木研究所)	・技術的には自動走行を行わなければ実現性が高い。 ・完全なドアツードア性は確保されない。
5. カートレインシステム ・ピギーバックシステム(JR, 欧米) ・モトレール(ヨーロッパ) ・カートレイン(JR)	・既存技術であるので、特に技術課題はないが、駅乗降システムとそれにアクセスする道路の建設が必要となる。 ・ドアツードア性はない。
6. シティーカーシステム	・単なるE.Vの共同利用システムでは利用者の便益は必ずしも良くない。 ・ドアツードア性はない。

えられています。

さらにデュアルモードシステムとしてガイドウェイバス、デュアルモードトラックがあります。ガイドウェイバスについては、現在研究中でございます。それからデュアルモードトラック、この研究は終了しております。デュアルモードトラックというのは、側壁に給電線があり、そこから給電をうけて軌道を走行し、ガイドを離れますと、バッテリーで走行するものでございます。技術的には、実現性が高いものです。

カートレインシステムについては、欧米ではピギーバックシステムとして、普及しているものですが、日本はトンネルが多いこととか、道路幅が狭いため、車両の安定性に問題がありまして、導入が遅れておりました。しかし、問題解決が図られ、実用化されております。4トン積みトラック2台を搭載できるピギーバック貨車が開発されました。

モトレールというのは、乗用車を対象としたフランスのカートレインシステムでございます。ヨーロッパ大陸ではカーフェリーとの競合がなくて普及しております。我が国でもカートレインはJRの恵比寿(東京)と小倉(九州)間で実用化されています。

シティーカーシステムというのは、都市内の特定エリアを対象とした一種の公共レンタカーシステムで、アムステルダムのホワイトカーシステムとか、ベルギーのブリュッセルで実験運用が行なわれましたが、現在は終了しております。ドアツードア性はございません。

3. 新しい交通システムのグランドデザイン

そこで、このような問題に対処しうるものとして電気自動車のクリーンで静粛であるという特徴をいかし、走行距離が短いという欠点を補う交通システムがあれば、それらの緊急的社会的ニーズに応えうるものと考えられます。また、このシステムを考えることは、電力会社の業務を通して社会に貢献することとなり、しかも普及すれば電気事業にとっても電力需要の創出となり、その意義は大きいものとなります。

このような観点から、将来における電気自動車を利用した交通システム技術の開発の方

向性、今後の課題を見出すことをねらいに、6つのシステムについてデザインを行いました(表4参照)。

表4 グランドデザインシステム

(1) FRADIC SYSTEM (知能付電気自動車のレンタカーシステム) (Free Rent-a-car with Automatic Driving Intelligent Car)
(2) デュアルモード集電自動車 (自動車専用道路はガイドウェイによる集電走行、一般道路はバッテリー走行)
(3) ハイブリッド電気自動車 (バッテリーとエンジンの走行)
(4) パーソナルリニアモーターカー (自動車専用道路でリニアモーター走行、一般道路はバッテリー走行)
(5) C T Mシステム (坂道、長大トンネル内で磁性ベルトによるけん引走行)
(6) エレクトリックカートレイン (電気自動車を積載)

デザインに際しては、電気自動車を中心として電力需要創出につながる将来の交通システムイメージを思いつくまま発想的にデザインし、あわせて既存交通システムの事例分析を行い、デザインに反映することとしました。

FRADIC SYSTEM というものをまずご紹介します。これは、都市内の法人事業所を対象とした業務用の電気自動車のレンタルサービス提供システムです。主として、警察、電力・ガス・水道、運輸・卸売などの業界における利用を想定しています。これによって利用者は、業務の効率化、走行時間短縮化、燃料費・人件費の節約、企業のイメージアップが期待できます。

図2の真ん中に情報センターというのがございます。それから指令局、モニター車両、電気自動車、こういうハードでできています。電力会社などの事業主体が、この情報センターを運営し、加入会社のガス、水道、運輸な

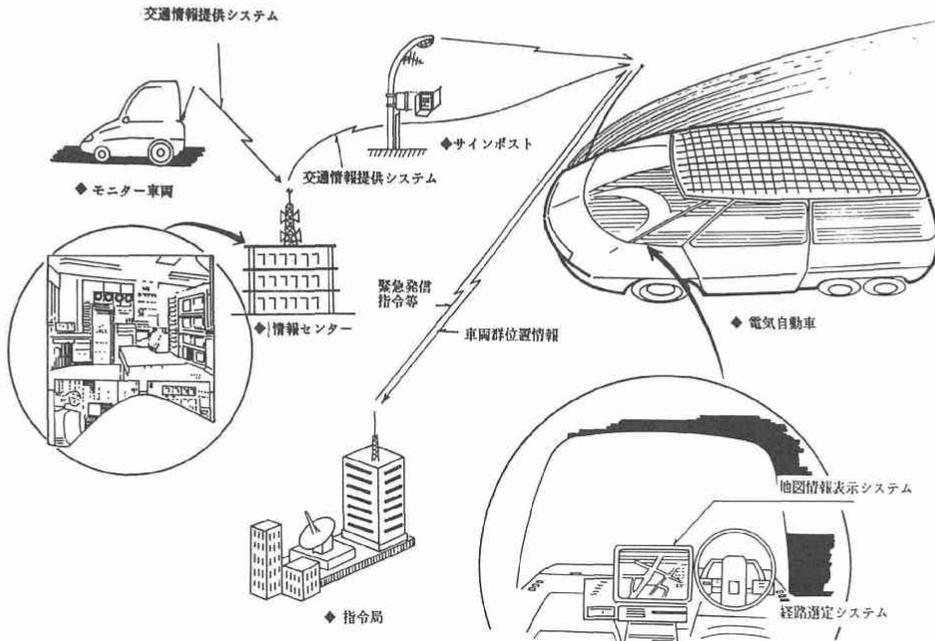


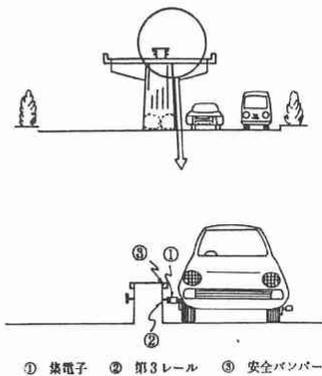
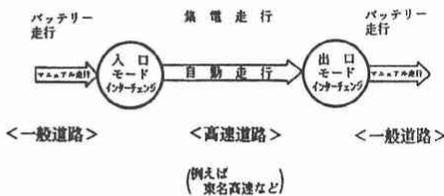
図2 FRADICシステム

どに指令局を設置してもらいまして、情報センターはモニター車両から時々刻々と道路走行情報、事故・工事情報などの道路交通情報を受け、電気自動車へ送ります。電気自動車は、地理情報表示システムや、経路選定システムというようなサブシステムを持っています。これらは一部ナビゲーションシステムとして研究されているものです。そして指令局は、電気自動車からその位置を教えてもらい、緊急発信司令など個別情報を電気自動車へ知らせるものです。サインポストはコード信号を出し、電気自動車に現在位置を知らせます。このFRADIC SYSTEMは電気自動車でなくとも成立可能なシステムではありますが、技術的には実現可能性が高いと考えられます。

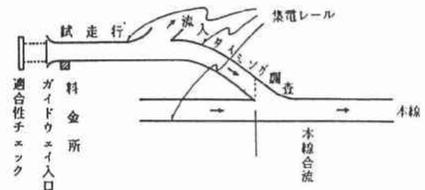
それから図3にデュアルモード集電自動車というのがございます。これは自動車の専用道路では、ガイドウェイ側壁に設けられた側壁集電電力線より集電しまして、一般道路に

出ますと、バッテリーで走行するシステムです。

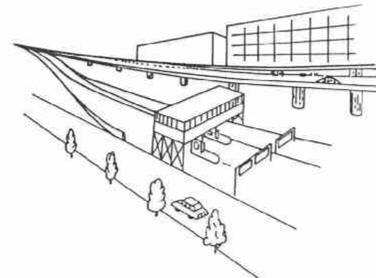
一番上にインターチェンジがありますけれど、インターチェンジまでは、手でバッテリー走行して、高速道路は自動走行、インターチェンジを出ると、手で走行します。自動走行の時は、中央管制から制御します。そしてガイドウェイ構造として、新しいインフラが必要となり、新交通システムのように、既存の道路の中央分離帯上に二階構造で、専用道路を作ります。集電方法は一案として、図のように第3レールから、集電車で集電するものがあります。これは地下鉄等にある第3レールと同じやり方でございます。問題としては、ガイドウェイ上で故障した場合、どのように排除するかがあります。それから車線の離脱とか入線の時の誘導方式、人身安全等の問題もござります。これがデュアルモード集電自動車という概念です。



ガイドウェイ構造



入口モードインターチェンジ機能模式図



入口モードインターチェンジ

図3 デュアルモード集電自動車

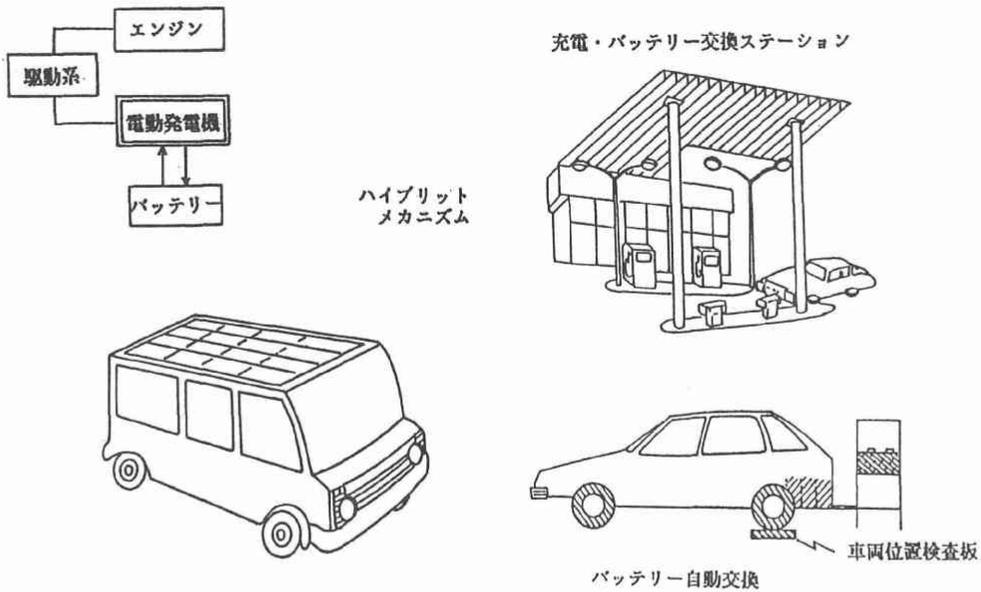


図4 ハイブリッド電気自動車

図4にハイブリッド電気自動車がございます。これは動力がエンジンと電動発電機の2種類あるのでハイブリッドと呼んでいます。このシステムは、さらに充電、バッテリー交換ステーションが必要となります。図のように、バッテリーの車両位置検査板のところに車がきて、バッテリーを自動的に交換します。これでバッテリーだけの電気自動車よりも一充電走行距離が延びるわけです。問題は、2種類の動力を持つものですから、重量が増えることが予想されます。それからメンテナンスとか、コストに問題があるということです。インフラも必要です。

図5にあるのは、パーソナルリニアモーターカーというものです。自動車専用道路は、地上一次、車両二次のリニアモーターによって走行します。一般道路では、バッテリーを使います。自動走行中は、中央管制から制御されます。専用道路は、一案として、既存の高

速道路の路肩側につけ足す方法があります。道路上に一次コイルを敷設し、専用道の入口のインターチェンジでは、リアクションプレート（車両二次）をつけなければなりません。これは今騒がれている常温超電導材が将来実用化されれば、実現可能性があると思われます。

それから現状で考えられる課題としては、リアクションプレートの発熱の処理、道路と車との離隔を一定に保つ技術があります。ギャップが変動しますと、効率が悪くなります。さらに自動走行中に故障した場合の故障車の排除が問題となります。

図6にCTMシステムというのがございます。CTMは、モーターと磁石ベルト（ベルトに鉄板を張りつけたもの）で構成されており、鉄板と車側にある磁性体との電磁的な摩擦力で、車を運ぼうというものです。

道路の登坂部の交通あい路や長大なトンネ

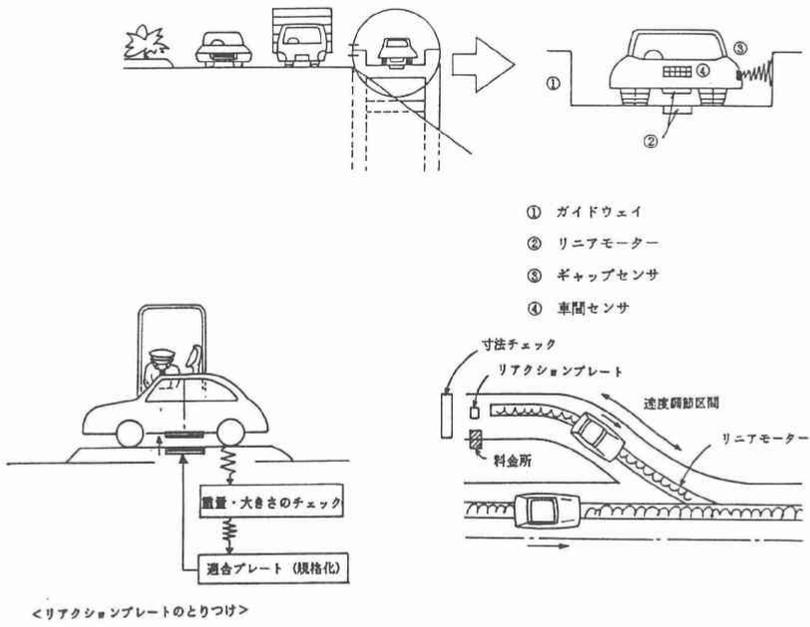
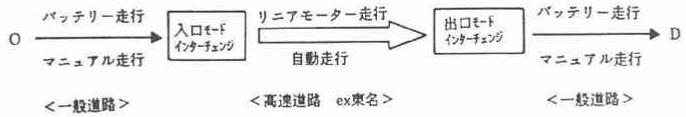


図5 パーソナルリニアモーターカー

表5 グランドデザインの評価

システム名	想定需要				交通システムとしての評価								技術開発課題		
	導入場所		対象		基本的機能		効果								
	都市間	都市内	両方	人	貨物	輸送力	ドアツードア性	運転容易性	環境影響の低減	渋滞の緩和	安全性の向上	技術開発の可能性		経済的可能性	電気利用の意義
1. FRADIC System		○					○	◎	◎	△	○	◎	○	○	・車両位置計測システム ・地図情報処理システム
2. デュアルモード集電自動車			○				○	◎	◎	○	◎	△	×	○	・ドアツードア性を生かした交通容量の拡大 ・ヘッドウェイの短縮 ・自動走行技術
3. ハイブリッドElectric Vehicle			○	○			○	◎	—	—	—	○	△	×	・設計合理化による動力ユニットのコストダウン ・モジュールハイブリッド技術
4. パーソナルリニアモーターカー	○			○			△	○			○	△	△	○	・リニアモーターシステム ・自動ステアリングシステム ・車間距離調整システム インフラシステム
5. C T Mシステム	○	○急勾配	○	○			○	○		◎	○	○	△	○	・C T Mシステム ・C T M管制システム
6. エレクトリックカートレイン	○長距離			○			○	○	○		○	◎	○	○	・EV専用列車 ・運用面 トレインの運用システム タイヤ調整

◎：機能を満たす，効果が大
○：機能がある，効果がある
△：機能が満たしにくい，効果がある
×：機能，効果がない

ル等の危険地帯で使えば、スムーズな交通が期待できます。車両は電気自動車としての限定はできないわけですが、こういう使われ方があろうかと思われます。

最後に、エレクトリックカートレインがあります。電気自動車は、専用列車に自走して乗り降りし、輸送中は、乗客は二階で過ごします。これのいいところは、車の輸送中に充電できることです。

これらのグランドデザインについて、電気自動車の特徴をふまえ、その想定需要、基本

的機能(ドアツードア、運転の容易性など)、導入の効果、技術開発の可能性、経済的可能性、電気利用の意義といった視点で評価すると表5のようになります。

さらに、新電気利用システムとして、まず第1に(i)電気を利用する交通であること。次に、将来の交通ニーズに対応して、(ii)パーソナルな利用が可能で、(iii)ドアツードア性を満たせることをシステムの要件としました。この結果、FRADIC SYSTEM、デュアルモード集電自動車、エレクトリックカート

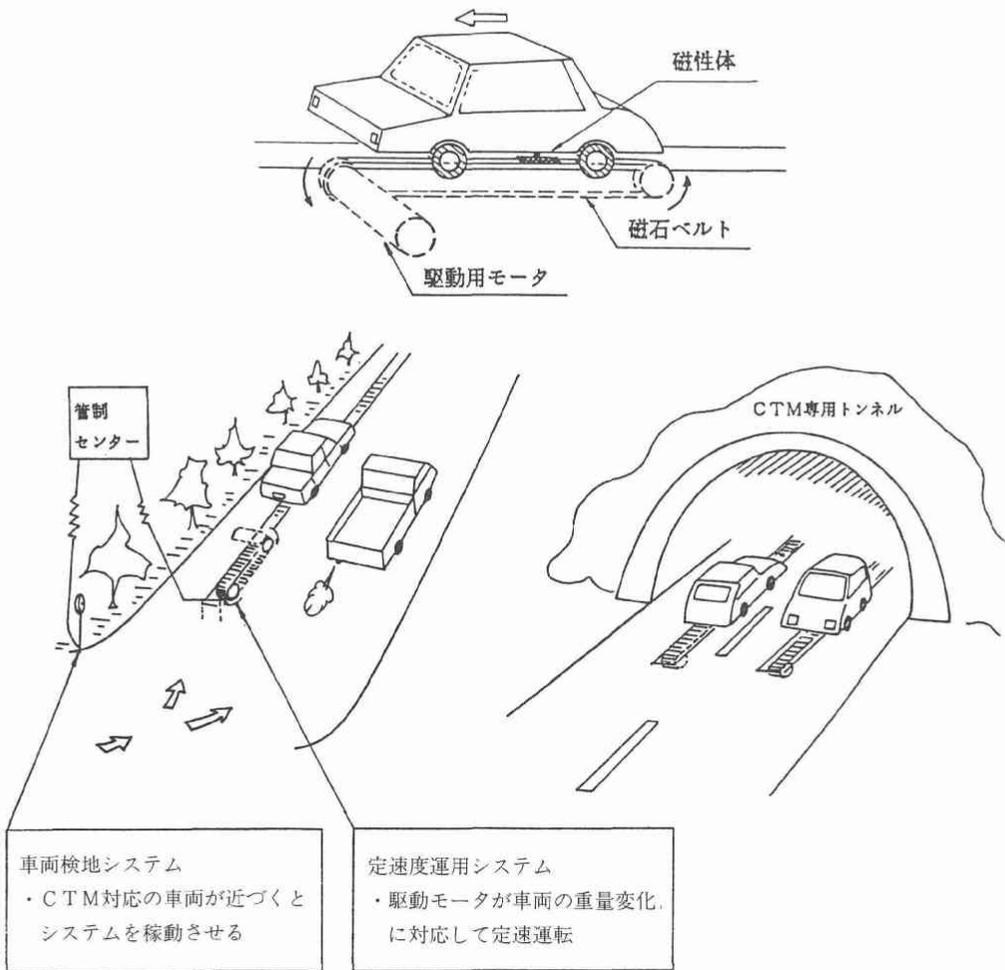
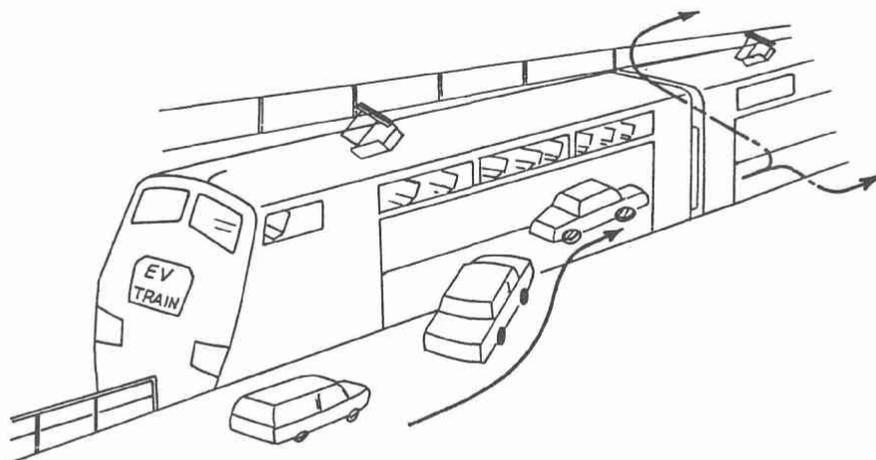


図6 C T M シ ス テ ム

レインを新電気利用交通システムの代表例として選びました。

なお、表6に前述6つのシステムの要素技術をまとめました。細かい検討はやっていな

いのですが、要素技術を考えますと、この3つをやっていけば、大体すべてのシステムがカバーできると言えます。



EVの乗り降り

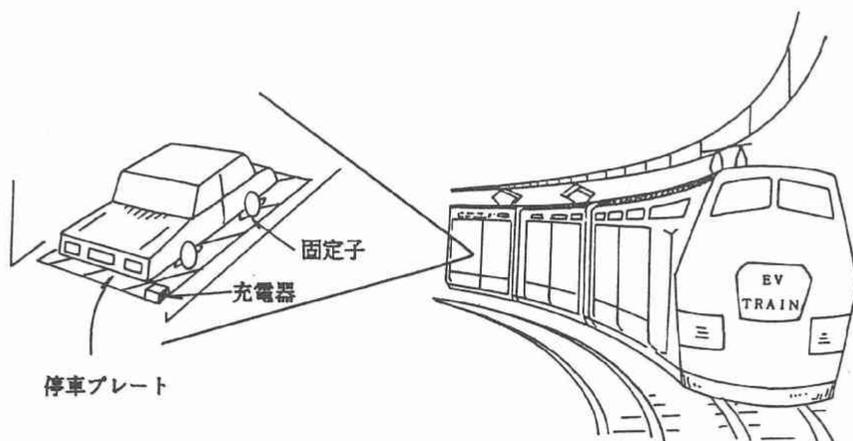


図7 エレクトリックカートレイン

表6 グランドデザインシステムの要素技術

システム名称 要素技術		FRADIC	デュアルモード 集電自動車		ハイブリッド 電気自動車	リニア モーターカー	CTM システム	エレクトリック カートレイン
			DC	AC				
無軌道系	電気自動車側技術要素	バッテリー	○	○	○	○	○	○
		コントローラ	○	○	○	○	○	○
		全波整流機器			○			
		高周波フィルター			○	○		
		D/Dコンバータ		○				
		DCモーター	○	○	○	○		○
		ACモーター		○	○			
		リニアモーター					○	
		パンタグラフ		○	○			
	自動走行	・制御コンピュータ	○	○	○		○	○
		・車間距離センサ	○	○	○		○	
		・走行車線維持センサ	○	○	○		○	
		・分岐情報検出センサ	○	○	○		○	
		・無線機	○	○	○		○	
	道路側技術要素	給電		○	○			
・剛体架線								
リアクションプレート						○		
電力供給調整装置			○	○		○	○	
自動走行		・路車間通信設備	○	○	○		○	
		・案内装置	○	○	○		○	
		・分岐装置	○	○	○		○	
	・磁性ベルト						○	
・モーター						○		
軌道系	列車乗降技術要素	・回転台座・乗降装置						○
		・充電装置						○
		・車両固定装置						○
	駅舎	・専用乗降ホーム						○
		・駐車場						○

注)：○印は必要とする要素技術

4. 研究システムの総合評価

代表例のFRADIC SYSTEM, デュアルモード集電自動車, エレクトリックカートレインについて, 技術開発面, 電力事業への寄与面, 利用者の便益面から定性的に総合評価を

行い, デュアルモード集電自動車を選びました(表7参照)。

デュアルモード集電自動車は, 技術開発は容易ではないのですが, やりがいがある方式といえます。導入の容易性では, 専用ガイドウェイが必要ですので, インフラ面で多少問

表7 研究システムの評価

	FRADICシステム	デュアルモード 集電自動車	エレクトリック カートレイン
技術開発の容易性	◎	△	◎
導入の容易性 (構築するインフラ設備)	◎ (情報通信システムの構築のみ)	△ (専用ガイドウェイの構築)	小規模カートレインは実現している ◎ (駅乗降システム, アクセス道路建設が必要)
需力需要創出への寄与	○ (都市内などに限定された需要となる)	◎ (都市内, 幹線道路での電力創出が期待できる)	○ (E.Vの需要がなければ電力需要創出は少ない)
ドアツードア	◎	◎	○
長距離移動	×	◎	◎
評価	△	◎	○

題がありそうですが、電力需要創出ということでは、これが一番いいと考えられます。ドアツードア性も優れており、長距離移動もできる。こういったことから、デュアルモード集電自動車について、より詳しく検討

したいと考えております。集電方式では、接触集電と非接触の方法がございますが、現時点では、どちらがいいのかははっきりしませんので、一つに特定せずスタディを考えております。(まえかわ つとむ)

質疑応答

石川（四国電力） 高橋さんにお伺いしたいのですが、3点ほどございます。

まずアルミニウム—空気電池ですが、ローレンスリバモアでやっているのは、確か充電ができない電池であったと思うのですが、これはむしろ二次電池というよりも、金属を燃料とした燃料電池の一種と考えたらいいような気がするのですが、その点いかがでしょうか。

それから第2点は、図2でございしますが、鉄—空気電池、亜鉛—空気電池、アルミニウム—空気電池の資源面の評価が割りと低いのですけれども、鉄—ニッケルなんかに比べると、資源面の制約はないというふうに思うのですが、そのへんは、どういうふうに解釈したらよろしいのでしょうか。

第3点は、ご講演中にはなかったのですが、最近、リチウムの二次電池化や、高分子電池というのが研究されていますが、この2つのタイプを電気自動車に使えるかどうかという点、どういうふうにお考えでしょうか。

高橋 まず最初のご質問のアルミニウム—空気電池でございしますが、確かにおっしゃるような見方によれば燃料電池というふうにも見受けられるわけですが、特徴点は、アルミニウムの極をメカニカルチャージと称しているのですけれども、時々入れ替えるということで、そしてやっぱりこの電池の場合、回収ということがないと、資源面でも問題ですし、回収してリサイクルさせるという意味では2次電池とみなせるわけです。その回収を考えた場合のトータルのエネルギー効率が低いというのが、この電池の将来性の上で、

非常に不安感があるところでございます。ちょっと質問と擦れ違ったかも知れませんが、確かに燃料電池形式の電池ではあるということでございます。

それから図2の金属—空気系の電池で、資源面の制約が大きくなっておりましては、空気極に貴金属の触媒を使うためです。現状ではどうしてもそういう高価な資源面の制約を受ける触媒を使わざるを得ないということですので、点数が悪くなっているということでございます。

もう一つリチウム系の常温型の非水溶媒電池、あるいはプラスチック電池の将来性ということですが、こういうプラスチック系の電池がまず紹介された時点で、電気自動車を目指すというようなことが大きなニュースになったわけですが、その後、様子を見ていますと、そう簡単には電気自動車に乗るような電池にはならない、時間が相当かかるのじゃないかと思えます。現状で申し上げますと、コイン型の電池が試作品としてようやく出つつある、というような状況でして、大型化するには、まだまだ時間がかかりそうです。しかし、ずうっと先を見通しますと、非常に電気自動車用として魅力のある電池ということが言えますので、研究はどんどん続けていくべきだ、というふうに考えております。ただ、電気自動車に搭載される時期というのはかなり遅れるのじゃないか、ほかの新型電池に比べて、時間がかかるのじゃないか、そのように考えております。

座長 電池の問題が電気自動車におけるキーテクノロジーであるように、海外調査の結果でも言われておりますが、ムーンライトの大高英司開発官がお見えのようですから、一言

コメントしていただけたらと思うのですが、いかがでしょうか。

大高 工業技術院のムーンライトで、電力貯蔵システムの電池を担当しております。電気自動車につきましては、機械情報産業局の自動車課と相談いたしまして、過去にやっておりました電気自動車の開発をもう一度やろう、ということで、今いろんな方策を立てている最中でございます。我々は、今まで電力貯蔵の意味でかなり高性能な電池を開発してきましたが、これが電気自動車に適用できないかということで今関係筋といろいろ調整しているわけです。電池の開発につきましては、ご存知のように、今までは、性能だけを重視しまして、メンテナンスの面、コストの面、それから寿命の面がおくれておりました。今回その3つの面が開発されれば、電気自動車も今まで以上の普及が図れるのではないかとということで、一応工技院ムーンライトのほうとしては、できれば63年あたりから、なんとか手掛りがつけばいいということで、自動車課や資源エネルギー庁等と今協議をしているのが現状でございます。

座長 どうもありがとうございました。これで質疑は終わらせていただきまして、午前中私どもの理事長の冒頭のご挨拶の中にもございました電気自動車の研究開発等のあり方についての提言につきまして、司会者から紹介させていただきたいと思っております。

山崎 昭和61年11月にまとめられた国の「21世紀エネルギービジョン」において、セキュリティとコストに加え、特にニーズ適合性をも重視した「複合エネルギー時代」の実現を目指すべきとの方向が示されました。その方向に沿う今後の課題の一つとして電気自動車

の開発普及があります。

このような背景から、すでにわが国においては、電気自動車開発普及のための着実な努力が続けられてきていますが、最近の国内外の諸情勢を踏まえ、関連有識者が率直な意見交換を行うことで、わが国としてのこの課題に対する一層の促進方策を明らかにすることをねらいとして、(財)エネルギー総合工学研究所に「電気自動車に関する懇談会」(メンバーは電力、自動車、エネルギー研究関係機関等からなる。提言別添資料参照)を設置しました。

ここで紹介いたします提言は、懇談会における検討(第1回昭和62年4月14日、第2回7月8日)を通じ取りまとめられたものであります。

この会合の間、5月23日～6月11日の20日間、21名の参加により、6ヶ国(フランス、イタリア、スイス、西ドイツ、イギリス、アメリカ合衆国)、18関係機関(電力会社、電気自動車関連メーカー、政府・研究機関、リゾートタウン等)を訪問し、電気自動車に関する海外調査を行いました。

本提言は、海外調査により明らかとなった諸外国における熱意ある電気自動車に対する取り組み状況からの知見、及び、これまでの我が国における電気自動車に関する開発・普及の成果等を踏まえ、今後、我が国における電気自動車の利用の可能性、電池の開発・利用のあり方について、産学官が協力して新たな検討の視点を導入し、尚一層、積極的に電気自動車の開発・普及に取り組んでいくべきであると方向付けております。

本提言が、今後の電気自動車の開発・普及のための一層の検討の契機になることが期待される次第でございます。

電気自動車の研究開発等のあり方 について（提言）

昭和62年7月

電気自動車に関する懇談会

〔(財) エネルギー総合工学研究所〕

1. 促進の必要性

- ・ 先般まとめられた国の「21世紀エネルギービジョン」において、セキュリティとコストに加え、ニーズ適合性をも重視した「複合エネルギー時代」の実現を目指すべきとの方向が示された。その方向に沿う今後の課題の一つとして電気自動車（以下EVという）の開発普及がある。
- ・ すなわち、EVは公害対策、省エネルギー等に加え、その利用の仕方によっては電力需要の負荷率改善に資するという観点から大いに期待される。更に、エネルギー供給のセキュリティ確保や、将来の都市交通の在り方等の観点からみて、ガソリン代替クリーンエネルギー利用の可能性範囲の拡大が、わが国の場合特に必要であり、この点からのEVに対する期待が大きい。
- ・ 先般、(財)エネルギー総合工学研究所は関係業界のご協力を得て、EVに関する海外調査を行うべく調査団（団長 NEDO杉本理事）を派遣した。

海外先進国においては、次の三つの目的

- ① 石油依存度を低下させる。
- ② 環境を改善する。

③ エネルギーを有効利用する。

を明確にしてEV研究開発に熱心に取り組んでおり、世界のEV技術進歩が着実に進みつつある。また、EVの長所を生かした利用可能分野における普及拡大について、積極的な努力をしている。

- ・ これまでもわが国においては、通産省において普及基本計画を策定し、そのための体制が生まれ着実な努力が払われてきたが、①1回の充電により走行しうる距離が短い、②バッテリーの寿命が短い等、ユーザーのニーズを満たしえないこともあり、十分な普及に至っていない。
- ・ このような状況を打開し、「21世紀エネルギービジョン」における期待に対応するものとするためにも、また、先進各国における熱心な取り組み状況に対応する上からも、発想を新たにして、わが国のEV研究開発・普及の一層の促進方策を明らかにし、国、民間が協力して取り組む必要があると考える。

2. 新たな検討の視点

- ・ EVは、超電導技術および電力貯蔵技術

に画期的進歩がない限りガソリン車と互角に競争することはありえない、という認識に立ち、そのメリットを生かしデメリットを技術面・社会システム等によりカバーしうる範囲で、利用分野を極力拡大することを検討のねらいとする。

- ・ 特に高齢化社会への移行、アメニティ指向の増大等、社会の変化に的確に対応するものとして、EVを利用したシステムを見直すことは有意義である。
- ・ いずれにしても検討に当たっては、極力新しい発想にもとづき、利用可能性を追求するが、最終的には、ユーザーニーズのきめ細かい把握、経済性および関連技術の発展の見通し等をもふまえて、今後とりくむべき戦略分野を設定していくべきである、と考えている。
- ・ 当面、次のような視点からの検討を考えている。
 - ① 1日の走行距離が80km程度以下の業務用、通勤用等のEV利用可能性
 - ② 観光地、リゾートタウン、リサーチパーク等におけるコミュニティビークル活用可能性
 - ③ 産業用フォークリフト、空港内トレーラ、ゴルフカート等のオフロード需要拡大可能性
 - ④ デュアルモードシステム等の新しい概念によるEVの開発可能性
 - ⑤ 電池リースサービス、カセット電池交換サービスステーション、EV修理センター等のインフラ整備、およびそれによるEV普及円滑化の可能性
 - ⑥ 特に電池について、EV用電池を家庭における電力負荷平準化用に利用すること、各種民生用移動発電機に代用するこ

と等、多目的利用の可能性

3. 当面の検討の進め方

- ・ これまでのEVの開発、普及の成果を踏まえつつ、尚一層のユーザーニーズの的確な把握に努め、それにもとづき、現状のEVについての問題点を明らかにし、併せてオフロード車を含む自動車の限定的使用の実態をふまえてのEV潜在利用可能性の明確化等により、「2. 新たな検討の視点」でのべたような諸点について産官学が協力して積極的かつ慎重な事前検討を行うべきである。
- ・ その際、必要と考えられる社会システムの実験、デモンストレーション等についても、国としても支援を行いうるような枠組みを設けることについて検討すべきであろう。また、EV技術の現状においても、車体の軽量化、制御方法の改良、クーラーの設置、電池の性能向上等により、性能面においてかなりの改善可能性があると考えられ、この点についてのフィージビリティ・スタディ等を早期に行う必要があると思われる。
- ・ 特に、電池の性能向上は、EV利用可能分野の拡大を図る上で、極めて重要な役割を果たすものであるが、鉛電池の改良、新型電池の開発のいずれにしても、研究開発の効率化を図るためには、まず、総合的なフィージビリティ・スタディを行い、わが国の国情に最も適した開発目標を設定し、それに向かって計画的に研究開発を進めることが重要と考える。

〔別添資料〕

- (1) 電気自動車の問題点と対応可能性
- (2) 電気自動車に関する懇談会名簿

別添資料

(1) 電気自動車の主な問題点と対応可能性

問題点	主な原因	対応策	解決の見通し
・コストが高い	・イニシャルコスト 需要が少なく少量生産	・本格普及に至るまでの間の 需要開拓 ・生産方法の見直し、開発	・さらに検討の要あり
	・維持費 電池寿命が短い	・電池の長寿命化	・可能性あり
・1回の充電で走行できる距離が短い ・充電頻度が面で面倒	・電池重量が重く電池積載量が制限される ・単位重量当たり蓄電可能量に限界がある	・単位重量当たり蓄電可能量を増大させる研究 ・カセット電池交換システム等の外部支援システムの開発	・現状より改善の可能性はあるが、革新技術によらなければガソリン車との競合は不可
・車体重量が重い	・同上 ・電気自動車用の最適設計が部品・システム共になされていない	・コンポーネント重量低減化の研究 ・システムの最適設計 ・新素材の活用	・かなりの重量低減可能
・最高速度、加速等の性能が劣る	・電池重量当たり最大出力が小 ・モーター制御機能が不十分	・同左の改善の研究	・現状でもかなり改善されており、ガソリン車相当のものにしよう
・電池の残存容量計に信頼性がない	・容量計の性能不十分	・容量計の信頼度向上研究	・同上
	・電池の適正管理が行いにくい	・カセット電池の場合は、専門サービス機関による適正管理	・可能性あり
・クーラー設置困難	・クーラー電力消費により1充電走行距離が短くなる	・単位当たり蓄電可能量を増大する研究	・現状より改善の可能性あり
		・当面はクーラー専用エンジンを設置する等	・暖房には現状では灯油ヒーターを用いており、それとの組合せ設置

(2) 電気自動車に関する懇談会名簿

氏名	所 属	役 職
秋川 豊	財団法人自動車両協会	専務理事
岡 並木	前 朝日新聞社	論説委員
嶋谷 米太郎	日産自動車株式会社	常務取締役
杉本 健	新エネルギー総合開発機構	理 事
高橋 祥夫	通産省工技院大阪工業技術試験所	電池研究室長
田中 三男	中部電力株式会社	常務取締役
東松 孝臣	関西電力株式会社	常務取締役
沼沢 明男	トヨタ自動車株式会社	常務取締役
松井 雅隆	マツダ株式会社	常務取締役
三井 恒夫	東京電力株式会社	常務取締役
山本 寛 (五十音順)	財団法人新エネルギー総合工学研究所	理事長

(オブザーバ)

中川 勝弘	通産省機械情報産業局自動車課長
田中 徳夫	通産省資源エネルギー庁省エネルギー石油代替エネルギー対策課長
並木 徹	通産省資源エネルギー庁公益事業部技術課長
鍵本 潔	通産省工業技術院総括研究開発官

(注) 電気自動車に関する懇談会は、財団法人新エネルギー総合工学研究所が、その自主事業の一環として通産省をはじめ関係の機関、業界の御協力をえて、昭和62年4月から7月の間設置いたしましたものであります。

国内外の研究開発状況

工業技術院機械技術研究所

エネルギー機械部主任研究官 浜 純

本来ですと日本の水素自動車の第1人者である武蔵工大の古浜先生がお話しされるのがよいかと思われませんが、私に出番が回って参りまして、光栄に思います。

1. 研究開発の位置づけ

図1はエネルギーシステムにおける水素の位置づけを示すもので、これは約10年前、横浜国大の太田先生が発表されたものであります。将来は太陽、核すなわち原子力などから電力を作り、これを利用する経路がメインであろう。しかし、電力は貯蔵できないのでこれを補完する意味で水素があるということです。この図が発表された時期を考えて見ますと、1973年のオイルショックの時代、それから排気ガス規制などの背景があり、将来的に

クリーンなもの、エネルギーとして偏在しないものなどから、水素が注目されてきたわけです。この図での今回の話の対象である水素自動車は、水素を燃料として、直接動力に変える「動力利用」に位置づけされるわけです。

ちなみに、この図を現段階で見ると原子力発電はすでに稼動し、燃料電池はムーンライト計画で実用化の実証試験が進められております。これらに対し、水素利用では化学プラントなどでの原料としての利用がありますが、動力利用ではロケットにおける液体水素が一部特殊用途として使用されているにすぎません。しかし、将来的には、電力・電池に集中するエネルギー供給を補完する形として、燃料の形で保存でき、広範囲の用途に利用できる水素は重要となる気がいたします。

図2は、工技院のサンシャイン計画における水素エネルギーの開発プロジェクト例です。水素の製造、貯蔵・輸送、それから利用、保安の研究が進められています。現在、製造では水電解がメインとなっており、貯蔵形態と輸送形態と二つに分けた形で金属水素化合物の基礎研究が進められ、利用技術では、私どもの担当している燃料原動機の研究とその貯蔵と利用を兼ねた電力変換の研究が行われて

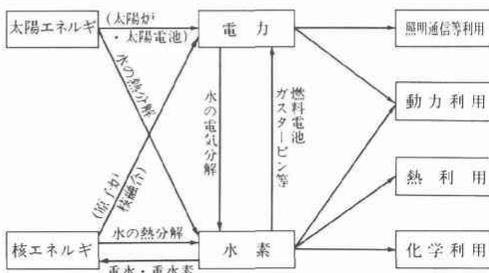


図1 エネルギーシステムの概念図

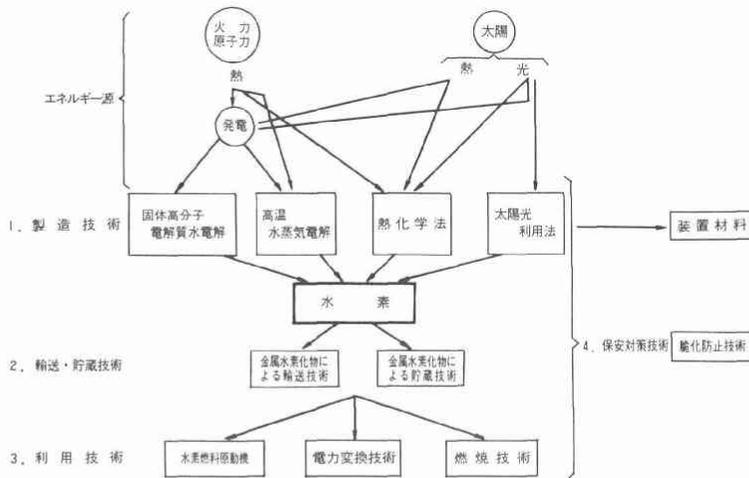


図2 水素エネルギー技術開発体系

おります。全体的には基礎研究が主体です。

2. 水素の動力用燃料としての特徴

次に、水素を燃料として動力に利用する場合における水素の物理的性質並びに燃焼特性などを、既にご存じとは思いますが、簡単にご紹介いたします。

表1は水素の物理的性質を空気と比較したものです。まず水素の物理的性質ですが、ご

表1 水素ガスの物理的性質 (0℃, 1 atm)

気 体		水 素	乾 き 空 気
分 子 量		2.016	28.964
比 重 量	g/l	0.08987	1.2931
ガ ス 定 数	kg・m/kg・℃	420.55	29.27
空 気 対 する 比 重		0.0695	
* 定 圧 比 熱	kcal/kg・℃	3.403	0.240
* 定 圧 モ ル 比 熱	kcal/kmol・℃	6.84	6.95
* 定 容 比 熱	kcal/kg・℃	2.417	0.171
* 定 容 モ ル 比 熱	kcal/kmol・℃	4.85	4.96
* 比 熱 比		1.409	1.402
粘 性 係 数	kg・sec/m ²	0.8566×10 ⁻⁶	1.7580×10 ⁻⁶
動 粘 性 係 数	cm ² /s	0.935	0.133
* 熱 伝 導 率	kcal/m・h・℃	0.151	0.0208
* 温 度 伝 導 率	m ² /h	0.511	0.0693
* プ ラ ン ト ル 数		0.684	0.71
拡 散 係 数	cm ² /sec	0.611 (空气中) 0.550 (CO ₂ 中)	0.178 酸素の空气中への拡散

* 1 kg/cm³

存じのように水素は非常に軽い。また、一定流速で管内を流す場合、他のガスに比べて抵抗が小さい。すなわち、水素分子は小さくリークし易いけれども、反面、管内を流す場合に圧力損失を小さくできることとなります。それから、水素は熱伝導が良くまた、拡散し

易い。ですから、水素は軽くて拡散し易いから、リークしてもすぐに拡散して安全だという考え方も成り立つわけです。

次に水素を燃焼させた時の特徴ですが、表2は、水素と空気の混合気が大気温度、大気圧の状態での燃焼させた時の特性ならびに熱化学特性を、液体燃料の代表としてイソオクタンと比較したものです。発熱量は重量当たりでは液体燃料の2.7倍であります。体積当たりではこのように小さな値となります。また、

水素と空気の完全燃焼する混合割合，ここでは混合気中の水素の体積％で表示していますが，この値は約30％である。これに対し，液体燃料では数％と小さい。この燃料の体積割合は後で出てきますが，原動機の出力に影響を与えることとなります。次に，燃える範囲（可燃限界）については，いわゆる火を近づけて燃え出すところの濃度範囲ですが，その薄い方の限界並びに濃い方の限界共に非常に広いことがわかります。またその時の点火するエネルギーはどうかと見ますと，これまた非常に小さいエネルギー量で火が着くことがわかります。さらにその燃える速さは，普通のガソリンの速さと比較して，10倍近く速い

ことがわかります。しかし，水素と空気の混合気を徐々に暖めていき，自ら火が着く温度（自発火温度）を見ますと，このように高い。このことは圧縮着火型エンジンにおいて不向きであることを示しているわけです。

このように他の燃料と比較して，非常に燃え易い特徴をもつ水素をエンジンに使用するとどのようになるか，その時の特徴を次に示します。

3. 水素自動車の構成要素の開発状況

1) 水素エンジン

図3は，LPGを燃料としたいわゆるガス

表2 水素の燃焼及び熱化学特性

燃 料 名		水 素	イソオクタン
分 子 量		2.016	114.22
比 重	15℃/15℃	0.06952	0.696
沸 点	℃	-252.8	99.2
低位発熱量体積基準	kcal/m ³	2,580	54,045
低位発熱量重量基準	kcal/kg	28,670	10,599
理 論 混 合 比	vol.%	29.5	1.65
可 燃 限 界	vol.%	下 限 界	1.1
		上 限 界	6.0
最低自発火温度	℃	571	447
引 火 温 度	℃		-13
燃 焼 速 度	cm/s	最 大 値	38
		混 合 比 vol.%	1.93
断 熱 火 炎 温 度	℃	2,130	1,960
点 火 エ ネ ル ギ ー	mJ	最 小 値	0.28
		理 論 混 合 比	0.29
消 炎 距 離	cm	最 小 値	0.18
		理 論 混 合 比	0.20
理論混合気1ℓ当りの発熱量	kcal/ℓ (Gas)	0.763	0.900
理論混合気における燃焼前後の体積変化		14.8%減	5.8%増

機関の代表例ですが、このように空気を吸入し、その途中のキャブレターで燃料を混ぜて予混合気を作る、いわゆる一般的な火花点火機関で水素を燃そうとしますと、表3のような運転特性となります。

まず、前に述べました水素の燃え易い特徴は、エンジンの非常に負荷の低い状態では利点となるわけです。すなわち非常に薄い混合気まで運転できる。ガソリン機関では大体空気過剰率が1.3ぐらいまでしか運転できませ

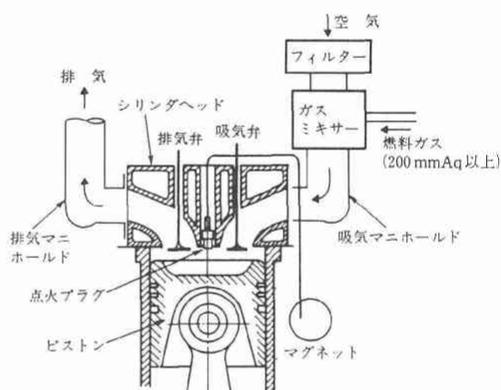


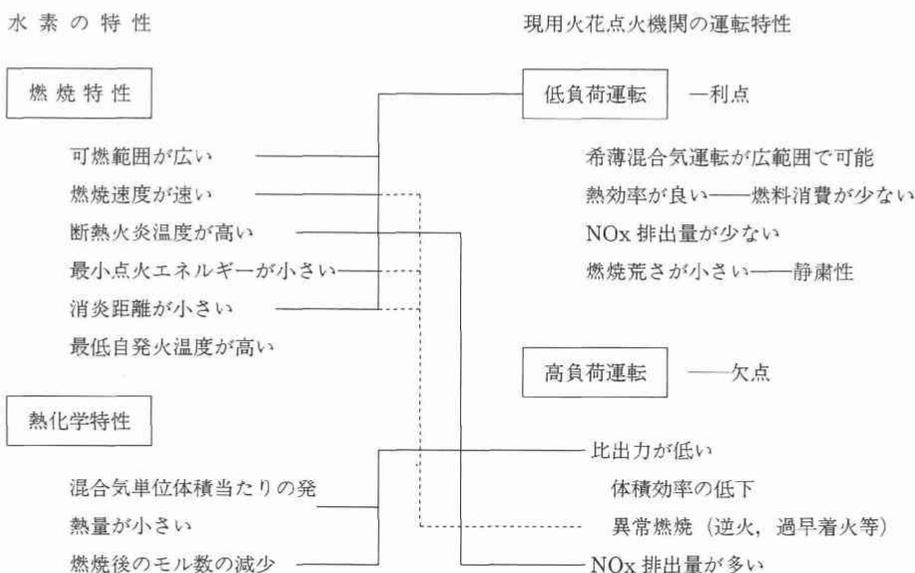
図3 火花点火ガスエンジンの概念図

んが、水素の場合、空気過剰率で5近くまで十分燃え、運転ができる。また、このような希薄な混合気では熱力学サイクルが空気サイクルに近づき、熱効率も上がる。排気ガス中で唯一問題となる窒素酸化物ですが、空気過剰率が2.5を越えるとほとんど排出されなくなります。ですから、エンジンの負荷が低い場合にはこの水素の特徴が非常に良い面に働くわけです。

しかし、混合気を濃くし、高負荷運転をさせてやりますと、水素の特徴が今度は逆に作用して、いわゆる逆火や過早着火などの異常燃焼を生じる。また、水素の燃料としての体積割合が大きくなり、吸入空気量が減少し、混合気体積当りの発熱量が減少し、比出力が低下することになります。

この問題点を解決する方法として水素ガスを直接シリンダーの中に噴射する方式があり、最近ではこの方式での水素エンジンの研究開発が大半を占める傾向にあります。すな

表3 水素の特性と現用四サイクル火花点火機関との関係



わち、吸入行程では空気のみ吸い込み、吸気弁が閉じた後の圧縮行程に水素を噴射する方式です。この方式のエンジンの実際の例をご紹介します。

図4は古浜先生が行っている例です。圧縮行程に水素を噴射するには、それを噴射する圧力が必要となるわけですが、この例では、圧縮行程のどの時期でも噴射できるように噴射圧は80気圧であり、図のように8個の噴孔から水素を噴射させる形を採っています。また、圧縮着火は難しいので、ここでは900℃の熱面を設けて、水素を噴射しながら燃焼させる方式としております。これは高压噴射で、いわゆるディーゼルに近い燃焼方式の例です。

図5は私どもの例で、水素の貯蔵源に金属水素化物を想定して、高压噴射ではなくて、最大でも3気圧（ゲージ圧）というような低い圧力で筒内に噴射することを考えて、進めてきたエンジン例です。噴射圧力が低いものですから、下手をしますと、圧縮行程で噴射

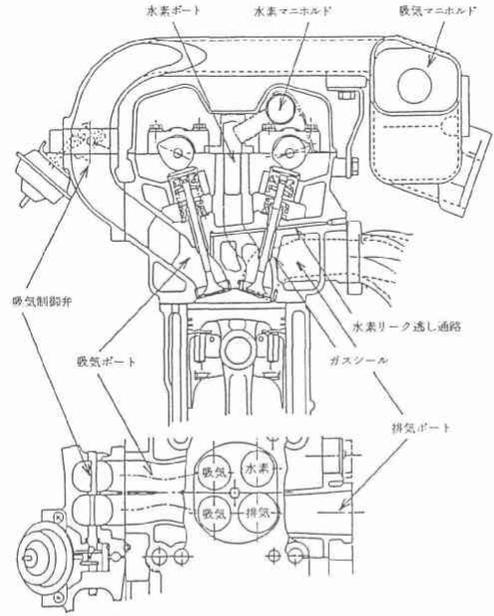


図5 低圧水素ガス筒内噴射型エンジン（機技研）

しようとしても逆に、水素供給側にシリンダ内から逆流してしまう可能性があり、圧縮行程の非常に狭い範囲しか噴射できない難しさがあります。そこで、このような吸気弁と同じ大きな弁を水素弁に使用し、弁有効面積を稼ぎまして、この弁のリフトを小さくしてやることにより、狭い範囲で必要量の水素を噴射できる形としております。

2) 燃料タンク

次に、水素自動車における水素の燃料タンクについてですが、まず、水素の貯蔵形態としては、高压の圧縮ガスでの貯蔵、極低温の液体水素、ならびに水素吸蔵合金を用いる方法、すなわち金属水素化物の貯蔵の3形態があります。この中では液体水素及び金属水素化物が自動車用に用いられております。

表4は、自動車用タンクとして試算したものであり、走行距離200km、ガソリン燃費で1リットル当たり10km走るとして、発熱量換算

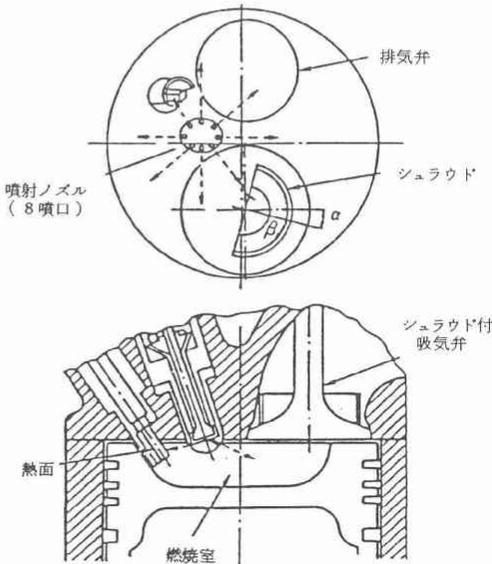


図4 水素噴射熱面点火エンジンの燃焼室（武蔵工大）

で必要な水素量並びに各貯蔵形態での重量を求めたものです。高压ガスでの貯蔵では、水素ガスおよび容器を含めた総重量は重く、約1%また容積的にも表には省略されていますが大きくなります。それから、液体水素では、これは実際に水素の貯蔵形態の中で最も可搬性つまり運搬性が良く、約60kgとなり、タンクの総重量当りの貯蔵密度は9%です。一方、金属水素化物では、貯蔵性は液体水素より優れていますが、水素を吸蔵させるものが、金

属ですから重量的には液体水素に比べて重くなり、未だ可搬性に問題があります。現段階では希土類系、チタン鉄系では約1%、マグネシウム系でも2%弱であります。

実際に試作されている液体水素用タンク及び金属水素化物タンクを紹介します。

(液体水素用タンク)

表5は、西ドイツの航空宇宙研究所(DFVLR)が進めている液体水素用タンクの開発計画図です。1974年から始めまして、現在

表4 貯蔵形態による燃料タンクの比較

(走行距離200km, ガソリン燃費10km/l相当での試算例)

貯蔵形態	密度 kg/l	燃料			総重量 kg	貯蔵密度 wt%	
		重量 kg	重量割合 wt%	容積 l			
150気圧高压ガス	0.0135	5.52	100	409	476	1.16	
液体水素	0.0715	5.52	100	77	61	9.0	
金属水素化物	LaNi ₅	6.59	403	1.37	61	673	0.82
	TiFe	5.47	303	1.82	55	494	1.12
	Mg ₂ Ni	2.56	154	3.59	60	297	1.86

表5 DFVLRの液体水素タンクの開発計画

製作年	貯蔵能力 (l) (kg)	形状及び寸法 (mm)	材 料	重 量 (kg)	蒸 発 率 (%/日)	プロジェクト 協力機関	
第I期	1974	120 8.5	外径 900 円筒型 長さ 560	ステンレス鋼	~90	8	
	1978	110 7.8	↑ 900 660	AlMg _{3.5} Mn	~83	10	ロスアラモ ス研究所
1981	155 11.0	円柱型 712 1,220	外容器 AlMg _{3.5} Mn 内容器 ステンレス鋼	~156	3.5	↑	
第II期	1984	128 9.1	円筒型 900 (傾斜付) 400	AlMg _{3.5} Mn	~65	<1.8	BMW社
	1985	130 9.2	円筒型 900 400	↑	↑	<1.8	Benz社
第III期	1985 1986	120 8.5	非対称型 長さ 1,200	—	~50	<1.8	↑

第III期が計画上終了というところでは、この開発計画からわかることは、材料的にステンレスからアルミ系合金更にはGFRPいわゆるプラスチック系などへタンクの材料を変えて軽量化を進め、可搬性を改善する傾向にあることがわかります。また、このタンク材料の変更は更に液体水素の貯蔵上の課題である蒸発量の低減にも関係があります。つまり、 -253°C の極低温での貯蔵は外部からタンクへの入熱により、蒸発してタンク内圧が上昇します。液体水素用のタンクの耐圧は通常数気圧ですから、タンク内圧が上昇しますとその圧力によっては、その水素ガスを逃がしてやる必要があります、その割合は、表のように当

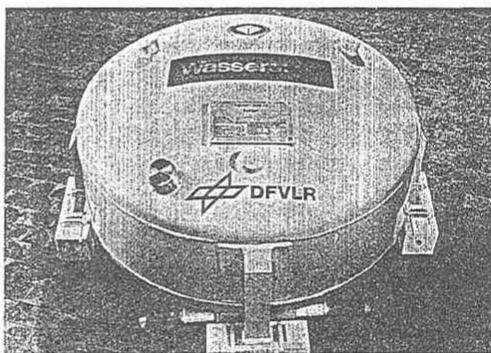


図6 液体水素タンク例(DFVLR)

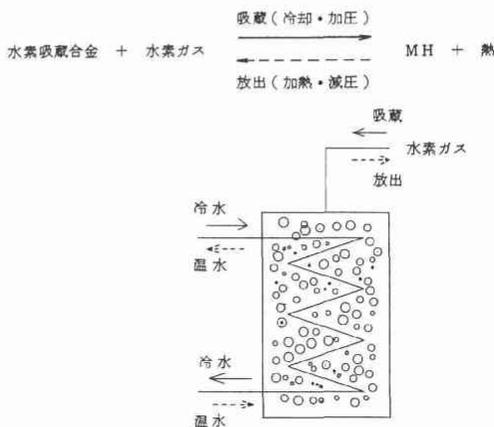


図7 水素の貯蔵・放出の原理

初8%程度であるものを1.8%以下にする目標があり、そのためにはタンクの断熱化を図ることになるわけです。このタンクの具体的な写真が図6です。径が約900mm厚み約400mmの寸法であり、前表に示すように約130ℓの水素を貯蔵することになります。タンクはこのように3方で支持する形式となっており、全体で支持することによる熱の入力を防ぐようにしています。

(金属水素化物タンク)

次に、金属水素化物タンクについてですが、その貯蔵の原理は既にご承知とは思いますが簡単に触れると、図7のように粉砕した吸蔵合金を容器に入れ、最初に真空ポンプで脱気してやり、その後、水素ガスを入れ、この容器内を冷却すると水素ガスが合金に吸蔵されるわけです。ですから水素を貯蔵する場合には冷却する必要があります。一方、自動車などでこのタンクから水素を燃料として使用する場合には、逆に加熱する必要があります。したがって、普通の燃料タンクすなわち容器と比べて、金属水素化物タンクは燃料容器ではありませんが、熱交換器の役割が重要となるわけです。実際の自動車での走行にはこのタンクにおける熱交換性能が悪ければ、水素ガスの発生量が制約され、自動車としての走行性能に影響を与えることになります。

図8はこれまでに試作されたMHタンクのエンジンとの熱交換の方法を分類したものです。水素ガスを金属水素化物から発生させる熱源には、エンジン冷却水並びに排出ガスがあり、これらによる熱交換方法(図8(1),(2))、また、熱源に排ガスを用い、別途熱交換器で温水を作り、金属水素化物タンク内では水などの液体で熱交換させる方法(図8(3))、4番

目の方法は、ベントスが初期に考えたやり方であり、水素を放出させるだけに廃熱を利用するだけではもったいない、エンジンからの廃熱を全て有効利用する方法はないかとの立場からの利用方法です。これは、エンジンへの金属水素化物の燃料貯蔵の利用法というより、さらに広い意味での金属水素化物の利用法ということになります。つまり、エンジン冷却水以下の低温で作動する合金（図中MH(L)）、排ガスで作動する合金（MH(H)）の2種類を利用し、水素ガスの発生と共に自動車の室内の空調などに利用するやり方です。金属水素化物利用の自動車が将来可能になっ

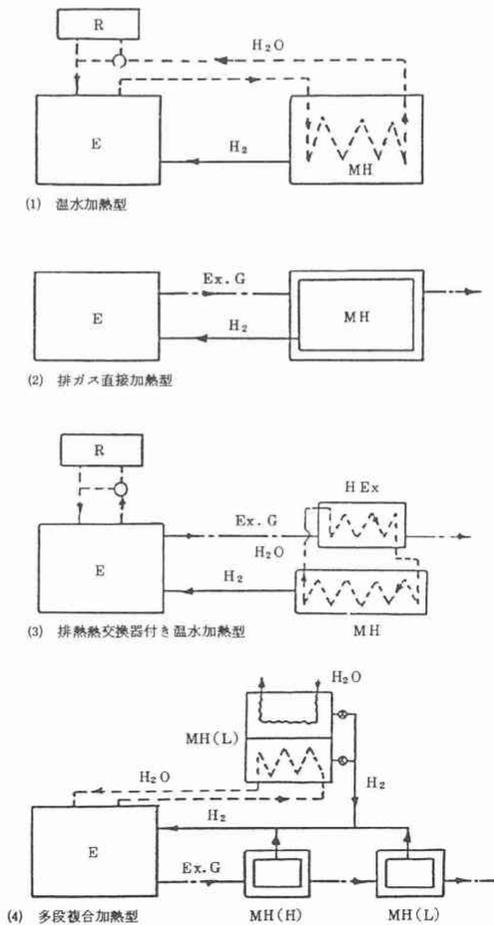


図8 金属水素化物エンジンシステムの熱交換形態

た時には、このように単にエンジンからの動力利用の他に、廃熱の有効利用を行いトータル効率を向上させる方法が最終的な目標と思います。

最近の試作車では、3番目の排熱を用いた温水加熱型が多い。

図9は実際の金属水素化物タンクの構造例です。(1)は排ガス加熱型の例であり、金属水素化物容器の外側に伝熱フィンをつけて、これを排ガスで加熱する方式、(2)は同じように、この一本一本の中に、吸蔵合金、伝熱促進材などをいれ、これらを束ねた形として、その間を温水を流す形式であり、(1)、(2)共に金属水素化物の入った容器を外側から加熱するので外部加熱方式です。(3)は吸蔵合金及び水素ガスの入った容器の中に水管を入れて内部より加熱する方式です。

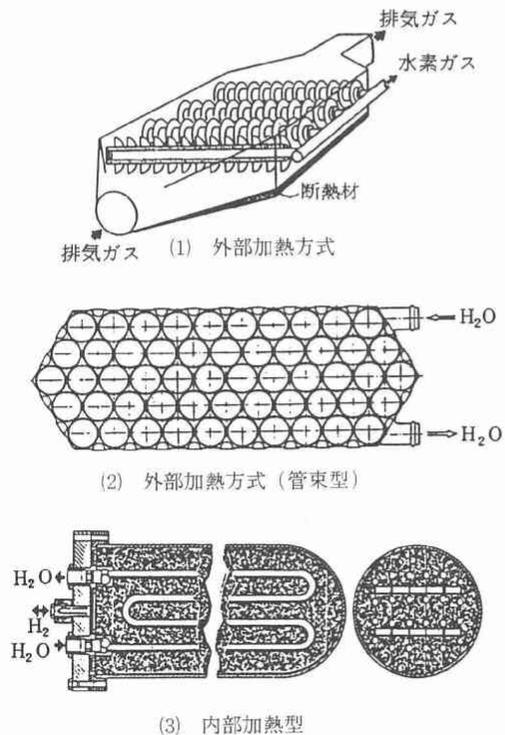


図9 金属水素化物タンクの熱交換形態

当研究所と化学技術研究所との共同研究では、実際に金属水素化物エンジンシステムを組み上げ、排ガスで直接加熱する方式（図8(2)）と排ガス熱交換器をもつ温水加熱方式（図8(3)）とを比較したわけです。表6はその比較例です。この温水加熱方式では、温水を作るための熱交換器が別に要り、熱交換システムとしては複雑となりますが、温水レベルの低温で配管が自由にできる。それから、排ガス系と温水系とが別々に制御ができる。

さらに大事なこととして均一加熱が容易にできる点で有利です。つまり、エンジン排気管のあの細いパイプから比較的大容量の金属水素化物タンクを直接加熱する場合に、均一に加熱することは容易ではありません。なぜ均一に加熱する必要があるかと申しますと、金属水素化物は加熱したところから水素を放出するわけですから、局所的に加熱が進み、その部分が水素の放出を終了すると、吸熱反応がなくなり、急激に加熱源温度にその部分の温度が上昇してしまうことになり、合金の寿命に良くない。また、部分的に空となり、部

分的には水素が残っている状況では、水素貯蔵量に対して実際に使用できる水素の量が少なくなるわけです。ですから、均一に加熱する必要があるわけです。温水加熱型の場合、ポンプで水の循環流量を調節してやれば比較的均一に加熱するのは楽です。

さらに、凝縮水の処理ですが、排ガス直接加熱では、排ガスが冷却されて金属水素化物タンク内に溜るからこれを処理する必要がある。この処理が悪ければ先ほど説明した均一加熱に影響を与えることになります。また、水素を充填する場合を考えると、排ガス加熱はそのままでは、空冷しか方法がなく、充填時間が長くなる。これを短縮しようとする、結局、水冷システムを設けなくてはならない。温水加熱型では、温水経路に外部から冷水を流すことで対処できる。したがって、温水加熱型の方がこのような移動源には適しているといえます。

図10は温水加熱型の具体的な例です。これはベンツの試作車に搭載された金属水素化物タンクの例です。実際の試作はマンネスマン

表6 熱交換方式の比較

項目	排熱熱交換器付き温水加熱型	排ガス加熱型
吸蔵合金	低温用	低温用・高温用
伝熱特性 利用可能温度差	小	大
伝熱係数	大	小
加熱方式	外部・内部	外部
熱交換システム	複雑	単純
熱量制御方式	温水・排ガス	排ガス
均一加熱	容易	容易でない
凝縮水の処理	不要	要
充填時間	短い	長い
熱媒体の取り回し	自由	制約あり

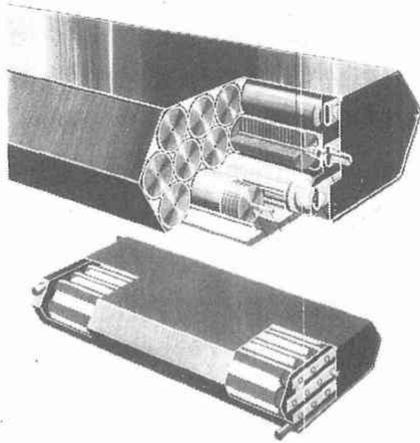


図10 金属水素化物タンク例(Benz社)

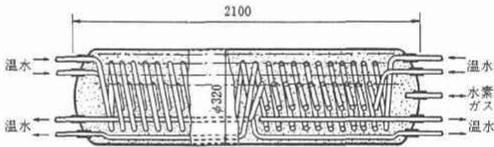


図11 金属水素化物タンク例(機技研)

という会社で行っています。先ほどの金属水素化物タンクの熱交換法の管束型にあたるものです。一本の寸法が径50mm、長さ1mであり、これを3段、19本を束ねて1ユニットを形成しています。

図11は我々のところで自動車用に改良試作したものです。容器の内部から加熱する方式であり、直径320mm、長さ2.1mの容器中にこのような温水コイルを4重にし、温水は、均一に加熱できるように両端から交差するように流し、両端より排出する方式としています。ただし、コイル形状は各々両端から中央部まで、その後は直管として管内の圧力損失が大きくなるようにしていません。

4. 水素自動車の開発状況

1) 液体水素自動車

次にシステムとしての自動車の話に移りま

表7 液体水素自動車の主な開発状況

開発年	製 作 社	車 種	型 式
1971	パリス・スモグレス社	トラック	フォードF250
1973	ピリングス社	乗 用 車	フォードモンテカルロ
1973/1974	ロスアラモス研究所	トラック	
1973/1974	UCLA	ジ ー プ	AMC
1975	武 蔵 工 大	軽自動車	(武蔵3号)
1978/1979	DFVLR・シュツットガルト大学	乗 用 車	BMW520
1979	ロスアラモス研究所・DFVLR	乗 用 車	ピュニックセンチュリー
1980	武 蔵 工 大	小型乗用車	(武蔵4号)
1981	DFVLR・シュツットガルト大学	乗 用 車	BMW520
1982	武 蔵 工 大	小型乗用車	(武蔵5号)
1984	BMW・DFVLR	乗 用 車	BMW735 i
1984	武 蔵 工 大	乗 用 車	(武蔵6号)
1986	武 蔵 工 大	トラック	(武蔵7号)
1986	BMW・DFVLR	乗 用 車	BMW745 i

す。表7は、液体水素自動車のこれまでに試作された主なものを年代順に示しています。現在の石油事情からして、水素は未だコスト的に問題はありますが、長年研究が進められているのは、日本と西ドイツであることがわかります。日本では、武蔵工大の古浜先生のところでは最近2年毎に試作されています。それから、西独の航空宇宙技術研究所（DFVLR）がBMW社などと共同開発を行っています。この表から車種をみるとわかるように、液体水素自動車の場合、水素の可搬性の良さから一般的な乗用車タイプが多いことがわかります。エンジンへの水素供給方式ですが、筒内噴射型エンジンは武蔵4号から始められ、比出力の向上が図られています。最近では、西独のDFVLRとBMW社の自動車も液体水素を直接シリンダ内に噴射する方式が進められています。

その具体例として、図12は、古浜先生の研究室で開発された水素自動車のシステムの模式図です。水素は、液体水素タンクから、液体のままポンプで汲み上げられ、その後、空気を熱源とする熱交換器でガス化され、エンジンに直接噴射される。その時の水素ガス圧は、80気圧の高圧まで圧縮される。またこの例では、液体水素タンクに直接ポンプが設置されている例です。

一方、図13は、DFVLRとBMW社との

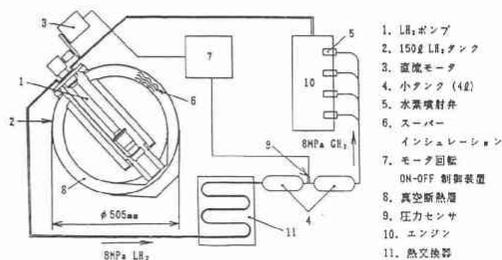


図12 液体水素自動車のシステム例(武蔵工大)

共同開発の模式図ですが、液体水素用タンクとは別にしてポンプを設けております。この図のような配管を断熱することは難しいと思いますが、ほとんど液体水素状態に近い低温（33K）でタンクからエンジンへ供給し、それをエンジンに直接噴射する方式を考えております。ここで噴射は、油圧駆動で圧縮行程前半の低圧噴射ですが、100気圧近い高圧噴射の場合には図中のポンプの下流にもう一段高圧ポンプを設ける方式も発表されています。日本の古浜先生のシステムと異なるのは、ポンプをタンクと別置きにしてポンプを伝わってタンクに入る熱を防ぎ、水素の蒸発率を低下させることであります。

2) 金属水素化物自動車

次に金属水素化物自動車についてですが、

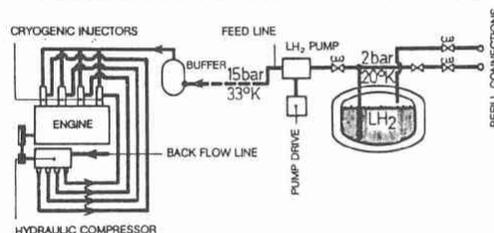


図13 液体水素自動車システム例(DFVLR)

表8 金属水素化物使用自動車の主な開発状況

開発年	製 作 社	車 種・型 式
1975	ベ ン ツ	バ ス M115KV23
1975	ピリングス社	乗 用 車 Pontiac,GV
1976	ピリングス社	ミ ニバ ス Winnebago
1977	ベ ン ツ	都 市バ ス Combo
1978	ベ ン ツ	郵便配達車 DJ-5F
1978	ピリングス社	トラクター Jacobsen
1981	東海大産研	トラック J15
1982	ベ ン ツ	ライトバン 230TE
1982	共同酸素他	乗 用 車 CIVIC
1985	機 技 研	小型バン ハイエース

表 8 はその試作された自動車の主なものを示してあります。水素の貯蔵源に利用する合金は1970年前後に、チタン・鉄系、希土類金属などが見出されたわけですが、その年代の直後からこのように自動車が試作されています。またこの表から、使用されている車種を見るとわかるように、金属水素化物システムは重いものですから、乗用車でも中型や大型車、多くはバスやバンです。つまり、燃料タンクの重さが車体全体の重さに対して、その割合が小さくなるような、重量の車種が用いられていることです。日本における金属水素化物自動車の最初のもは、東海大産研のトラック、それから、共同酸素(株)によるシビックがあり、我々の試作車と続きます。諸外国をみると、西独のベンツ社が多く試作しており、1984年にも、表では抜けていますがベンツのミニバスがあります。そこでベンツ社と機械研の試作車の具体例を次にお見せします。

図14は、1984、1986年に行われた世界水素エネルギー会議に発表されたベンツの自動車例です。先ほど説明しました金属水素化物タンク(図10)を4基搭載したもので、4基全体の重さが568kg、ガソリン換算で約22ℓ分水素を貯蔵できます。車体は310型の改造車です。エンジンは排気量2.3ℓ、出力は78kW、約100馬力のエンジンです。

液体水素自動車の場合には、筒内噴射に加えて、ターボなどを取り付けましてガソリン車に近い出力を得ているわけですが、この金属水素化物タンクを搭載した自動車ではタンクから供給される水素ガスの圧力が比較的低いものですから、いわゆる筒内噴射型のエンジンは従来搭載されていなかった。また、このような比較的低压の水素ガスを筒内に噴射できるエンジンもなかったことにもその原因があります。

機械研では、先ほど紹介しましたエンジン(図5)ができましたので、これを搭載した

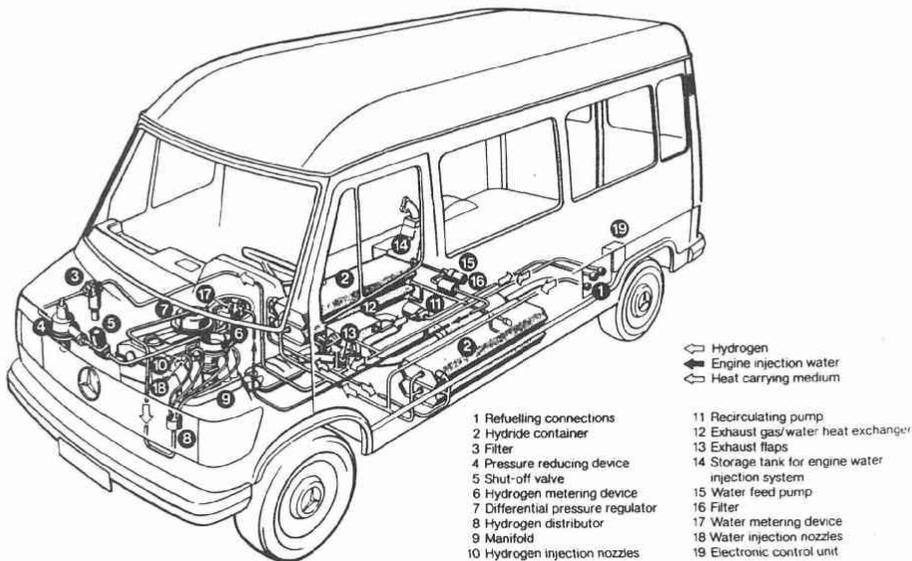


図14 金属水素化物使用自動車例(Benz社)

自動車を試作したところに特徴があるわけです。図15はそのシステムの模式図です。2ℓエンジンなどこれらの要素で構成されています。前に述べた構造を持つタンク、ここからでた水素は、減圧装置を通りまして、3気圧（ゲージ圧）に減圧され、エンジンに直接噴射される。ただし、冬季でタンク内の圧力が低い場合、始動時、それから出力の要らない

軽負荷時、車が停止状態でエンジンをかけているアイドル状態などでは、図の予混合系が作動します。これは寒期にタンク内圧力が3気圧以下においても始動・走行できるためです。

図16は、各装置図であります。車体は6人乗りに改造して、タンクなどはこのように配置いたしました。この緊急レバーは実際走行

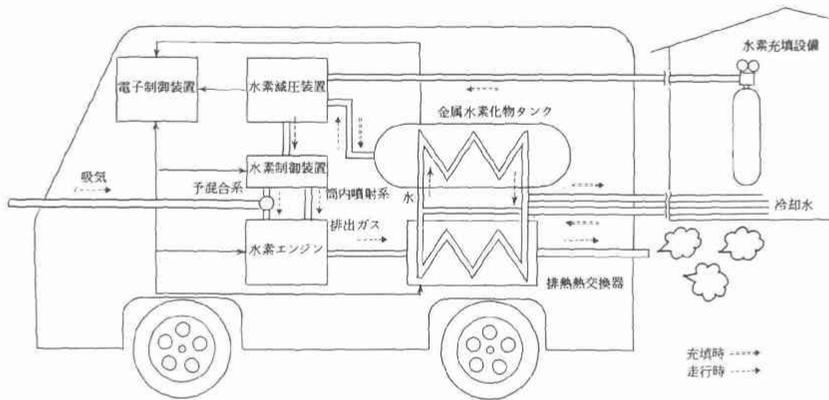


図15 金属水素化物使用水素自動車のシステム例

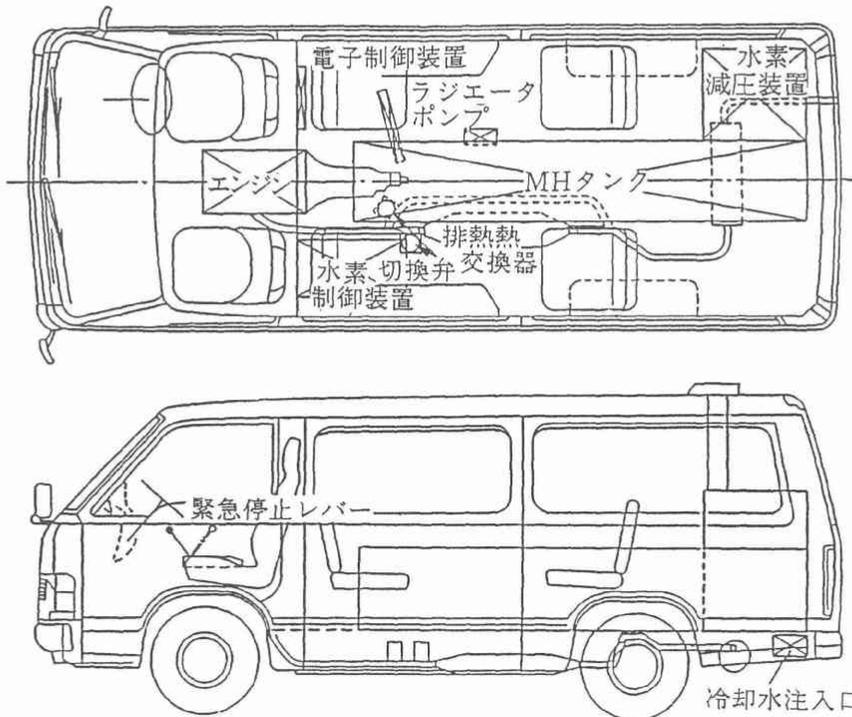


図16 金属水素化物使用水素自動車例（機技研）

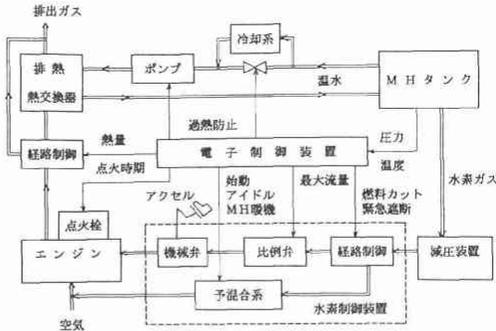


図17 制御系の概略

中にエンジン、タンクなどに問題を生じた場合に水素減圧装置に取り付けてある水素供給弁が自動停止または停止させるためのものです。

図17は試作車の制御系を示しています。試作車は筒内噴射型エンジンで、金属水素化物タンクを搭載したことに特徴がありますが、もう一つの特徴としてこれらを制御するための電子装置に特徴があります。エンジンの出力制御のための電子制御は市中の車に多く見られますが、このシステムでは自動車の出力制御の他にタンク中に発生する水素の量の制御も同じ電子制御装置で行っており、出力制御と並行して制御しているところに特徴があります。その発生量は金属水素化物タンク内の圧力を制御することで行います。これは、エンジン、タンクなどの主要部の研究開発に対し、重要な周辺技術ですが、これも実際の走行試験から、実証されています。

5. 今後の課題

最後になりますが、今後の課題として、エンジンにつきましては、液体水素用のエンジンでは現段階では、比出力的にガソリンエンジン並のものができている。金属水素化物用

のエンジンでは筒内噴射型のエンジンができ、比出力を上げるメドができた段階であり、出力の向上を更に進める必要がある。また金属水素化物自動車将来的に普及するためには、タンク軽量化が重要なポイントといえます。一方、液体水素自動車では、 -253°C という低温の液体を圧縮するわけですので、液体水素用の噴射ポンプなどの部品類の改良が課題となる。

金属水素化物を用いた動力源においてはシステムとしてのデータが少ないものですから、前の発表にありましたような電気自動車と競合するかもしれませんが、まず重量物運搬型のシステムなど特殊用途での実証研究を進めて、実際の自動車用のタンクなどを含めたシステム設計の資料、データなどを蓄積していかなければならないと思います。

次にシステム効率の向上化についてですが、我々のところでは金属水素化物の自動車システムを行ってきたわけですが、考えてみますと、一般の自動車は燃料の総エネルギーの10%程度しか動力として利用していないわけですが、いまはやりのコジェネを考えると、システム全体として効率を上げられないか。こう考えますと、廃熱利用できる金属水素化物、つまり廃熱を圧力として取り出せることを、更に有効に利用することを将来的に考えていくことが必要だと思います。(はま じゅん)

質疑応答

座長(越川) 液体水素自動車の開発状況について、アメリカではロスアラモスがかなり前にやっていたようですが、その後はどうも顔を出していないようで、ドイツと日本だけが進めているように見えますが、あとの国々はどういう認識でいるのでしょうか。

浜 いわゆる水素を動力源として自動車に利用することを長年やって来ているのは、アメリカでは、昔はピリングスなどもやっていたのですが、アメリカからは最近ほとんど水素自動車についての情報は入って来ません。他の国ですとカナダに水素工業会というのがございまして、その国の条件もあるのでしょうか。けれども、電力コストが安いものですから、深夜電力で水素、あるいはメタノールというように燃料を作る。この水素などを利用できないかということでその用途を伸ばしたい意向があるようです。実際にこれらの研究開発も進められているようです。あとは、やはり目だつのは日本と西ドイツです。

座長 アメリカではなぜこの問題に取り組まないのか、あるいは取り組みながら、軍事研究かなんかで、表に出てこないのか。そのへんはどうですか。

浜 この間の事情は分かりません。ただ、私が耳学問で聞いている範囲では、アメリカで水素の利用を考えた時に、水素はなんで作るんだというところで、究極的に核融合という考え方があるようです。勿論エネルギーの考え方、予算的な問題もあるようですけれども、アメリカにはいろいろな資源がある。ひとつには安い石炭がある。そう考えると、水素を一般的に使う状況というのは、原子力などが更に普及した時というイメージがあるのでは。

座長 ドイツなんかでは国が助成をしているということがあるのでしょうか。

浜 BMW、それからベンツ、これらは政府からの援助が1986年まで実際につきまして、一応終わったらしいです。しかし、各メーカーともに自社の予算でこれからもやっていく意向があるようです。

閉会のあいさつ

常務理事 柴田 誠 一

本日は、お忙しいなか、または暑いなかを長時間にわたりまして、多数の方々のご参加をいただきましたことを厚くお礼申し上げます。

今後もこのようなシンポジウムを毎年1回、7月に開催する予定にしております。当研究所もお陰様で、来年は創立10周年を迎えることになりました。なんとか、記念の行事を、とも考えておりますが、その際には、またご参加くださいますようお願い申し上げます。また賛助会員の皆様方を対象といたしまして、月例研究会を開催いたしております。これは毎月の最終の金曜日の午後2時間程度を定例といたしております。当研究所の研究活動をご報告すると同時に、また新しい情報がありましたら、皆様にご提供し、あるいは当研究所に対するご意見を伺うというようなことしておりますので、併せてご参加をお待ちしております。

また本日お手許に岸田純之助先生監修の「巨大技術の安全性」という単行本の発行につきましてのチラシを入れておりますが、これも当研究所が昨年以来巨大技術の安全確保に関する懇談会とか、あるいは昨年実施いたしました研究会の報告を基にいたしまして、研究報告のみならず、各界の最高の頭脳を結集いたしまして、巨大技術に潜む事故の謎というものを徹底的に研究したものでございます。

どうも本日は長時間、お疲れさまでございました。これを持ちまして、本日のシンポジウムを閉会いたしたいと思っております。どうもありがとうございました。

第8回 アルコール燃料国際シンポジウム

ISAF TOKYO 88

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ALCOHOL FUELS

- 主催 新エネルギー総合開発機構 (NEDO)
日時 昭和63年11月13～16日
会場 京王プラザホテル (東京都新宿区西新宿2-2-1)
- 主題 アルコール生産技術
- ・化石資源からの生産 (石炭ガス化等を含む)
 - ・再生可能資源からの生産 (バイオマス, バイオテクノロジー他)

アルコール利用技術

- ・自動車用
 - イ. エンジン開発, 走行試験
 - ロ. 燃料規格, 添加剤他
 - ハ. 燃料の輸送, 貯蔵, 配送
 - ニ. 排ガスと環境
 - ホ. その他
- ・自動車以外の用途
 - イ. 発電用 (燃料電池, ガスタービン, コージェネレーション等)
 - ロ. 産業用, 民生用, 都市ガス, その他
- ・環境安全性
- ・その他

アルコール燃料の導入研究

- ・社会, 経済, 政策面の評価研究及び導入計画, 政策

詳細内容は, イ. 氏名, ロ. 勤務先, ハ. 役職名, ニ. 連絡先住所, ホ. 電話番号, ヘ. 論文仮題 (講演又は, ポスターセッション希望の方のみ) ト. 興味ある分野を明記の上, 下記宛官製はがきでお申し込みください。

但し, 上記イ～ニは次回 (第9回) 開催国に申し送る名簿として収録させて頂く都合上, 御手数ですが英文併記で記載願います。

なお, 発表申込締切 (アブストラクト締切) は63年2月末日となっています。

記

- 申込先 〒170 東京都豊島区東池袋3丁目1番1号
サンシャイン60内 29F
新エネルギー総合開発機構 (NEDO)
ISAF TOKYO 88事務局
- 連絡先 NEDO アルコール・バイオマス技術開発室
竹下宗一, 又は鈴木雅人
電話 03-987-9481 (ダイヤルイン)

研究所のうごき

(昭和62年7月1日～9月30日)

◇ 月例研究会開催

第45回月例研究会

日 時：8月28日(金)14:00～16:00
場 所：大和生命ビル(22F)スカイホールB
議 題：

- (1) 情報化未来都市構想について
(通産省機械情報産業局情報処理システム開発課課長補佐 小紫正樹氏)
- (2) 中小型炉開発の動向
(プロジェクト試験研究部主管研究員 松井一秋)

第46回月例研究会

日 時：9月25日(金)14:00～16:00
場 所：幸ビル(13F)1301会議室
議 題：

- (1) 地熱開発の動向と新探査法技術への期待
(工業技術院サンシャイン計画推進本部地熱担当研究開発官 吉海正憲氏)
- (2) 電力負荷平準化と負荷制御(プロジェクト試験研究部主任研究員 野口俊郎)

◇ 主なできごと

- 7月8日(水) 電気自動車に関する懇談会(第2回)開催
9日(木) 電源計画委員会(第2回)開催
14日(火) 第7回エネルギー総合工学シンポジウム開催
15日(水) LNG研究会(第1回)開催
22日(水) 原子力安全に関する懇談会開催
29日(水) 環境評価コード検討委員会(第6回)開催
30日(木) FBR安全設計検討委員会開催
31日(金) 小型コージェネレーションシステム調査委員会(第1回)開催
8月5日(水) ヒューマンファクター研究委員会(第1回)開催
17日(月) 原子炉廃炉技術調査委員会(第1回)開催
25日(火) 石油TESS導入利用調査委員会

(第1回)開催

原子力安全に関する懇談会(第4回)開催

27日(木) エネルギーフロンティア計画調査委員会(第1回)開催

28日(金) FBR安全設計検討委員会(第3回)開催

28日(金) 第45回月例研究会開催

9月11日(金) 新シーズ(地殻熱利用)委員会(第1回)開催

16日(水) EDB懇談会(第4回)開催
電源計画委員会(第3回)開催

17日(木) SPS委員会(第1回)開催

22日(火) 原子力プラント運転の信頼性に関する研究会(第55回)開催

24日(木) 環境評価コード検討委員会(第7回)開催

25日(金) 第46回月例研究会開催

30日(水) 原子力安全に関する懇談会(第5回)開催

◇ 人事異動

○7月1日付

(採用) 出口 京司 主任研究員に任命プロジェクト試験研究部配属

(採用) 中野 重夫 主任研究員に任命プロジェクト試験研究部配属

(採用) 金子 稔 主任研究員に任命プロジェクト試験研究部配属

調査部研究員 金子 裕子 総務部に転属

○7月7日付

(採用) 横式 和弘 研究員に任命プロジェクト試験研究部配属

主任研究員 鈴木 正博 退職(出向解除)

○9月30日付

副主席研究員 木越 安胤 退職(出向解除)

研究員 大木 智子 依願退職

○6月30日付

調査部長・副主席研究員

囑託 大森 栄一 退職(期間満了)

◇ その 他

外国出張

- (1) 丹呉良郎主任研究員は、「仏原子力学会主催の再処理・廃棄物管理国際会議への出席並びに欧州の再処理及び廃棄物処理施設に関する調査」のため、8月22日から9月5日の間、フランス、ベルギー、西ドイツ、イギリスに出張した。
- (2) 木越安胤副主席研究員は、「SMIRT/I AEA共催の第一回中小型原子炉（SMPRS）国際会議への出席並びに欧米の中小型炉、固有安全炉の調査」のため、8月22日から9月5日の間、スイス、西ドイツ、スウェーデン、アメリカに出張した。
- (3) 茂田省吾主任研究員は、「国際太陽エネルギー学会・太陽世界会議における研究発表並びに欧州における太陽エネルギー利用技術の開発状況等に関する調査」のため、9月11日から9月26日の間、西ドイツ、フランスに出張した。
- (4) 池松正樹主任研究員は、「アメリカにおける小型コージェネレーションシステムの開発、利用状況に関する調査」のため、9月13日から9月27日の間、アメリカに出張した。

季報エネルギー総合工学 第10巻第3号

昭和62年10月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105 東京都港区新橋1-1-13

東新ビル(7F)

電話 (03) 508-8891

無断転載を禁じます。(印刷) 和光堂印刷株式会社