

ハイブリッド自動車の現状と将来

The Status and Perspective on Hybrid Vehicles

鈴木 孝*

Takashi Suzuki

1. はじめに

先進国におけるエネルギーの大量消費と途上国における急速な人口増加に伴う人間活動量の増加により、地球規模の環境汚染が急速に進行し、多岐にわたる対策が遂行されつつはあるが、それぞれ多くの困難な問題を抱えている。

産業革命以降、科学技術は急速に発展し今、我々は限りない利便性を享受している。その発明が革命の原点となったエンジンは、今日では当時の蒸気機関は影をひそめガソリンエンジンとディーゼルエンジンを中心とした内燃機関が主流となって産業活動のあらゆる分野で活動している。なかんずく運輸部門においては自動車を中心として発展し、わが国における例では全エネルギーの約20%を消費し、従って大気汚染量もそれに対応している。

周知のように、エンジンの排ガスの諸成分の低減に対しては、それぞれ対策が推進されているが大気汚染の改善度合いは十分とは言えず例えばカリフォルニア州では周知のように1997年から超低公害車（ULEV, $\text{NO}_x < 0.04\text{g/mile}$ ）を、1998年からゼロ公害車（ZEV）つまり現状では電気自動車であるが、これをメーカー毎にある決まった台数割合の導入を義務付けた*。

しかし、電気自動車はエネルギー密度が内燃機関に較べ極めて小さいため、車としての性能機能が悪化する。バッテリーの改良を中心として多くの新技術が展開されているが、近未来における広範な普及は疑問視されている。このような背景のなかでハイブリッド・システムが注目されている。殆どが内燃機関と他の原動機との組み合わせであるが、これは現状の内燃

機関に比し、排気はゼロとは言えないが極めて少なく、性能機能も満足できるコンセプトであるからである。

ところで、“ハイブリッド・システム”の定義をかなり広義にとらえる場合もあるが、ここでは、“作動原理の異なる2種以上の原動機を有するかあるいはそれらを組み合わせるシステム”と定義して稿を進める。このコンセプトは古くからあり、成功裡に実用化されたものもあるが、その多くは失敗している。当然ながらこれら昔の例は、排ガスは考慮外で他の機能向上を目的としていたが、コンセプトを整理する意味でこれらのものも含めて概観し現状に触れたい。その中で現在わが国において最も多数が稼働している“HIMR”システムについてやや詳しく述べたい。

2. ハイブリッド・システムの歴史と種類

2種類の原動機をそのまま加え合わせた典型的な例が、1951年に登場したネピア・ノマード（Napier Nomad）エンジンで全体構造は複雑すぎるので図-1にその駆動軸のみを示す。水平12シリンダー2サイクル・ディーゼルエンジンとジェットエンジンを組み合わせたものであるが、コンセプトとしてはディーゼルエンジンの排気エネルギーに燃焼器による燃焼エネルギーを付加してタービンを回し、同軸のコンプレッサーで高過給を狙い、更にジェットエンジンのスラストも併用した徹底的な低燃費高出力の長距離爆撃機用エンジンであった¹⁾。しかし余りにも革新的且つ複雑過ぎたこと、ジェットエンジンの急速な発達の際には採用には至らなかった。1974年に至って全く同じコンセプトが、ハイパーシステム（Hyperber System）と称して出現した²⁾。図-2に示すように4サイクルディーゼルエンジンの排気系に燃焼器を設置しタービンへの入力エネルギーを増して高過給を計り、高出力と同時に出力当たりの排ガス低減を狙ったものであった。しかし高過給のメリット（小型軽量）よりそれに伴うデメリット（トルク特性等）と、通常のエンジンにおける排ガ

註* 同州の1994年規制では全車両の80%は0.25g/mile

* 日野自動車工業㈱副社長

〒191 東京都日野市日野台3-1-1

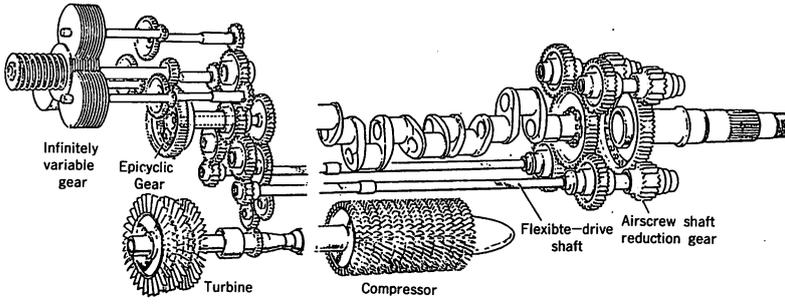


図-1 ネピア・ノマド (Napier Nomad) エンジン¹⁾

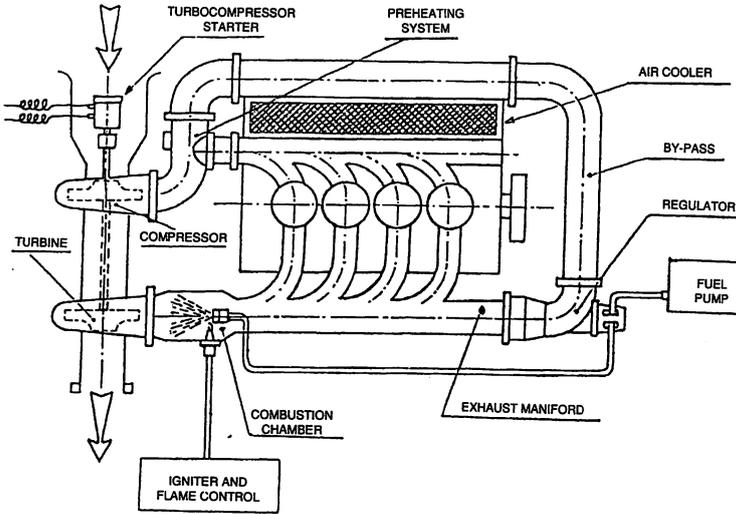
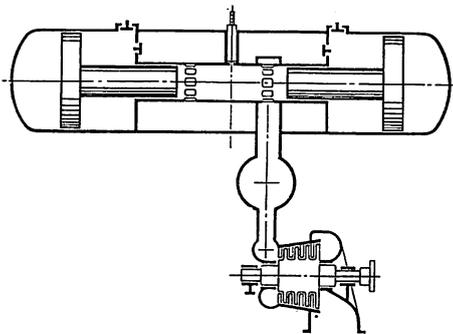


図-2 ハイパーバーシステム (Hyperbar System)²⁾



(出典：日本鋼管パンフレット)

図-3 ペスカラ・サイクル (Pescara cycle)

ス対策の進歩によって日の目を見ずして終わった。所で、図-2のコンセプトから排気系中の燃焼器を除けば通常の排気ターボエンジンであるが、この原点は1905年のビューヒ (Buchi) のアイデアで、基本的にはピストンエンジンとガスタービンとの組み合わせである。また1950年代に盛んに研究され一部では実用化に至っ

たペスカラサイクル (Pescara Cycle) は図-3に示すようにフリーピストン式ディーゼルエンジンとガスタービンとの組み合わせである。これらは言語的にはハイブリッドであるが2種類の原動機の部分的な組み合わせであり、むしろコンパウンドエンジンとして分類したほうが良いと思われるので本稿では除いて扱う。又、架線を有する電気トロリーバスに内燃機関を併設し、架線地域外を走るようなコンセプトなども存在するが、これらも除外した。

先に定義したハイブリッドエンジンの原点は1902年に登場したローナ・ポルシェ (Lohner Porsche) で、12kW (16PS) のガソリンエンジンで10kWの発電機を駆動し、この電力で前輪内に納められた4極モーターを駆動した。発想の動機は出力不足であったと伝えられている。これと全く同じコンセプトが2次大戦後のヨーロッパ特にイギリスで一世を風靡した。鉄道機関車用としてである。ディーゼルエンジンに発電機を直結し、この発電電力で車軸に備えたモーターを駆

表1 ハイブリッドの方式と実例

NO.	方 式	実 例 () 内は年代
1	$I.C. + I.C. \rightarrow Power$	Napier Nomad (1951) Hyperbar (1973)
2	$I.C. \rightarrow Eng. B \rightarrow Eng. C \rightleftharpoons Power$ (G,F/W) (M,Hy/M) Batt	Lohner Porsche (1905) Diesel/Elec. Loco (1930th) Versare Corp. (1925) MAN (1980) ³⁾ FIAT (1980) ³⁾ GMHX 3 (1991) ¹⁰⁾ Renault ESPAGE No Mac (1994) ⁴⁾ 東北電力 Wave (1993) Ital, Lucciola (1994)
3	$I.C. \rightarrow Eng. B \rightarrow M/G \rightarrow Power$ Batt	Volvo ECC (1992) ⁵⁾ GM XREV G Van ¹⁴⁾
4	$I.C. \rightarrow Power$ Eng. B (Batt + M) $\rightarrow Power$	Audi (1991) ⁶⁾ LA301 ¹⁴⁾ Alfa Romeo ¹³⁾ (潜水艦)
5	$I.C. \rightarrow Power$ Reservoir F/W (Pump) etc.	三菱 MBECS (1990) GM (F/W) (1986) ⁷⁾ いすゞ (1993) 日デ (1993) MAN (Oil) (1985) Volvo (F/W) (1977) ⁴⁾
6	$I.C. \rightarrow Eng. B \rightleftharpoons Power$ M/G Batt	日野 (HIMR) (1990) VW (1987) ⁸⁾
7	$I.C. \rightarrow Eng. B \rightarrow Eng. C \rightleftharpoons Power$ (M/G,G) (M/G) Mech. Batt	MAN (1989) Chrysler Patriot (1904) ⁹⁾
8	$I.C. \rightarrow Eng. B \rightarrow (無段 T/M) \rightleftharpoons Power$ M/G Batt	Autark ¹¹⁾ Helling
9	Eng. A (Fuel Cell) \rightarrow Batt \rightarrow Eng. B (M) \rightarrow Power	DOE (1992)

I.C : 内燃機関 (ガスタービン, ディーゼル, ガソリン) F/W : フライホイール
M/G : モータ兼発電機 Batt : バッテリ
G : 発電機 Mech. Batt : メカニカルバッテリー
M : モータ Hy/M : 油圧モータ

動するのである。鉄道は各国共戦後急速な電化が志向されたが、その整備は時間的にも経済的にも大きな問題であった。その間隙を突いて登場したのがこのハイブリッドである。もともとディーゼルエンジンを鉄道の機関車用に用いたのはズルザー・ボジグ (Sulzer-Borsig) でルドルフ・ディーゼルの生前のことであったが、機関車用として適切な変速機が未熟のため成功

しなかった。これに対して上記のハイブリッドシステムは極めてマッチしていたが蒸気機関車が全盛の間は主流にはなれなかった。これが戦後、鉄道の無煙化の波の中で一挙に開花したのである。しかしもともと変速機の機能として求められたものであるので流体式の変速機が発達していたドイツなどではこのハイブリッドは好まれなかった。いずれにしろ本格的な電化が進

むと共にこの方式も衰退した。一方、アメリカでも同様の鉄道用機関車の他に1925年、ガソリンエンジン(Waukesha 125PS)と発電機及びモータを備えた同じコンセプトの大陸横断バス(Versare Corp.)が登場している。これも運転容易性が目的であったと推測される。

このような歴史を越えてハイブリッドシステムがエネルギー問題および環境問題からクローズアップしてきたのは極く近年になってからで、当然ながら色々な組み合わせが考えられ試行されている。組み合わせ方として基本的には直列形と並列形とに分類される。直列形は上述のボルシェなどのように原動機Aと原動機Bとが直列にエネルギーを伝達して動力を取り出す方式で、並列形とは2種以上の原動機がそれぞれ独立に出力を発生し、車両を駆動する方式である。一方エネルギー蓄積方式とその配置の仕方も最近は何種類かのものが試みられ各種の方式が発展している。これらを既述した方式と共に整理して見ると表1のようになる。当然、制御系の組み合わせもコンセプトに応じて色々考えられるが、制御系は除いて示した。表のNo.1からNo.4までは言はば古典的な方式で、No.5以降は最近の例である。いずれの方式にも最近の新技术を適用したものが現れているが、排ガスと省エネの目的から車両の惰行エネルギーの回収回路を持つものが増えてきた。多種多様なものが試行され研究されているが、これらの中から特長的なもの幾つかについて概説する。

3. 最近のハイブリッドエンジンの事例

1970年代末から80年代の初めにかけ、石油ショックに対応してディーゼルエンジンとフライホイールとのハイブリッドエンジンがボルボ (Volvo), MAN, フィアット (Fiat) などで市内バス用として試みられた。今日では消滅しているが、フィアット, MANが表1のNo.2に、ボルボが同No.5に属する⁷⁾。尚No.2に属するものとして最近アメリカのNoMac (NoMac Energy System Inc.)社が発表したものは24kW/96000rpmのガスタービンに直結した発電機のハイブリッドエンジンで触媒燃焼器を用い、天然ガスを燃料とすればカリフォルニア州の定めるULEVの1/33のNOx排出量になると称している⁸⁾。

表1 No.3の例として1992年のパリのオートショーに出品されたボルボのコンセプト車ECCがある。42kW(56PS)/9000rpmのガスタービンとモーターとのハ

AN ENGINE-FLYWHEEL HYBRID DRIVE SYSTEM FOR A PASSENGER CAR

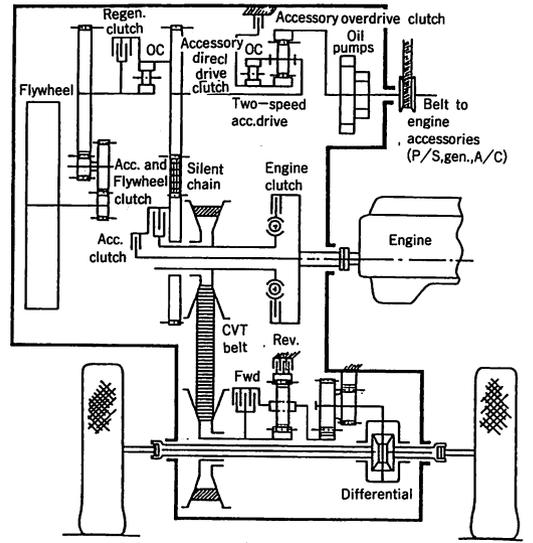


図-4 GMのエンジン-フライホイールハイブリッドシステム⁷⁾

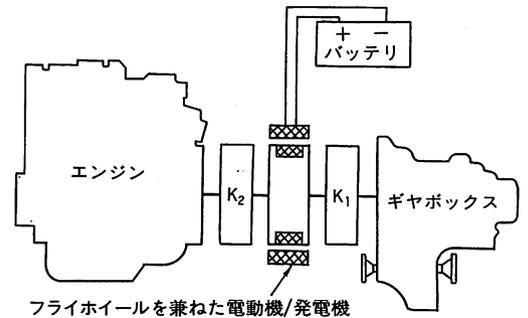
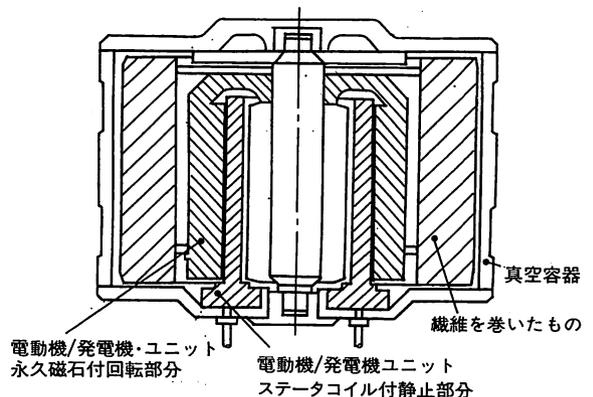


図-5 VWのハイブリッドシステム構成⁸⁾



(MAN社 資料)

図-6 MANのエネルギー貯蔵放出装置

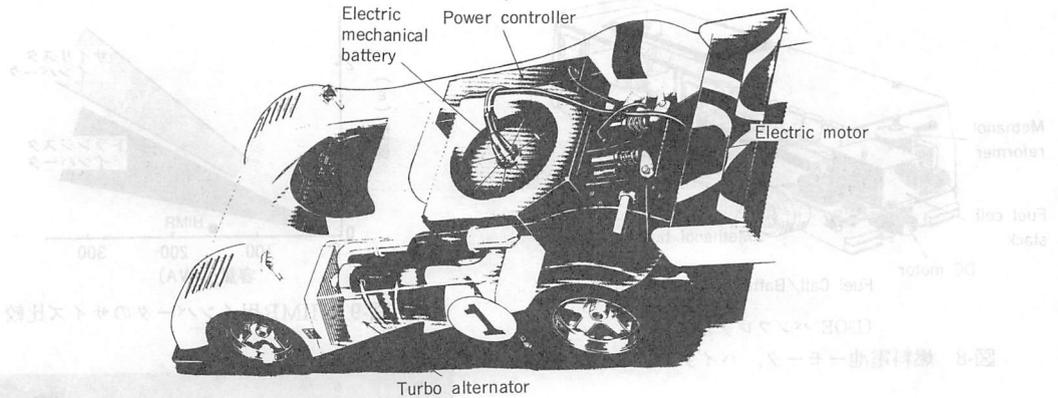


図-7 クライスラ パトリオット (Patriot) ハイブリッドレーサー⁹⁾

イブリッドで、場合によりガスタービンだけでも走れる⁵⁾。

No. 4の例としてはアウディ (Audi) で4WDの前輪を通常ガソリンエンジン、後輪をバッテリー駆動 (9.3kW) としたもので、片方ずつでも併用でも走行できる。No. 5は2つめの原動機用エネルギーとして車両の惰行時の慣性を利用するもので、そのエネルギーを油圧として蓄えたものがMANおよび三菱などで、フライホイールとして蓄えたものが先のボルボおよびGMである。三菱のMBECSのシステムは今年から都市バスとしてモニター運行を開始した。図-4はGMのコンセプト車のシステムであるが1986年に発表されたものである⁷⁾。

No. 6の例がVWのコンセプトカーおよび後で述べる日野のHIMRである。図-5にVWのシステムを示す。モーター兼発電機を中心にクラッチを2つ備え、都市内ではモーターで走るが、動力が不足の場合にはエンジンでアシストすることができる⁸⁾。HIMRの場合はクラッチは1つでエンジンのアシストは車両の負荷に応じて自動化されている。

No. 7の特長はNo. 6におけるバッテリーを通常のものに対してエレクトリックメカニカルバッテリーとも称する特殊なエネルギー貯蓄器を開発、利用した点である。図-6にMANのものを示すがエネルギー貯蓄用の永久磁石付きのフライホイールを真空容器中に備えたモーター兼発電機である。MANのものは都市バスであったが、同じコンセプトのルマン用のレーサーカーが出現した。1994年のデトロイトモーターショーにクライスラーが出品したもので、5~10万回転のガスタービン・発電機とフライホイールバッテリーおよび24000回転の水冷電気モーターとを組み合わせ、来年

のルマンに出場すると称している。内燃機関はある設計点で定常運転した場合に最高の熱効率を示すが、それ以外 (特に加減速) では急速に低下する。この場合ガスタービンは一定速度、出力で運転され、車両の速度、負荷変動はフライホイールシステムに吸収放出されるので通常のエンジンに対し効率は大巾に向上する。図-7に示したようにそれぞれのユニットが小型であるのでレイアウトはかなり自由に出来るが、このようなスポーツカーとしてはフライホイールのジャイロ効果がどう影響するか気になる。燃料はLNGとのことでこれも一般には重くなるという概念に反しており発想のユニークさは注目に値する。モーターとコントローラーはウエスティングハウス (Westinghouse)、ターボ交流機はノーザンリサーチ (Northern Research) フライホイールバッテリーはSatCon社製である。注目のフライホイールバッテリーは 10^{-6} Torrのカーボンファイバー製容器内に同じくカーボンファイバー製フライホイールを納め58000回転させ、水冷式とし重量は74kgである⁹⁾。このコンセプトは通常のバッテリーに比し極めて軽量となるので、ハイブリッドではない通常の電気自動車にも当然登場している。本稿の主題ではないが、ロスアンジェルス社のAFS (American Flywheel System) が発表したもので、このものの真空度は 10^{-3} Torrとのことである¹⁰⁾。

No. 8はディーゼルエンジンを最大熱効率の点で一定速運転させ、モーター兼発電機と無段変速機との制御により車両惰行時のブレーキエネルギーの回収も計るもので、最近発表されたコンセプトである。未だ提案の段階ではあるが、通常のバッテリーでECEの排ガスモードで約40%の燃費低減が計れると称している¹¹⁾。

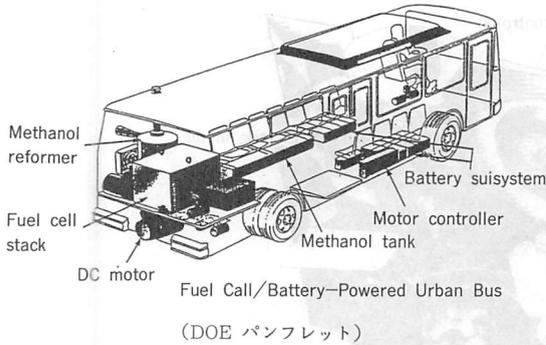


図-8 燃料電池-モータ、ハイブリッドバス

No. 9の例は燃料電池とバッテリーの組み合わせでアメリカのエネルギー省(DOE)が開発中のもので図-8に示した小型の都市バスで、リン酸型燃料電池、バッテリーおよびモーターとの組み合わせで当面の燃料はメタノールを予定している。エナジーリサーチ(Energy Research)社、ブーズアレン・ハミルトン(Booz-Allen&Hamilton)社等が協力しているが、協力者の1つであるHパワー(H-Power)社は燃料電池用として水をスポンジメタルを通して水素に変える事も考えている¹²⁾。

その他の説明を省略した事例については文献を参照されたい^{13,14,15)}。

4. 日野HIMR (Hybrid Inverter Controlled Motor & Retarder) について^{16,17)}

4.1 開発の経緯

HIMRは1994年6月現在すでに都市バスで61台が実際に稼働し、集配トラックで3台、塵芥車で2台がモニター運転中であり、この種のハイブリッドシステムとしては最も大量に実用化されているものと思われる。日野、東芝並びに澤藤電機との共同開発によるものである。通常のディーゼルエンジン、通常の高極交流機および通常のバッテリーとの組み合わせと違ってしまえばそれまでだが、通常のバスおよびトラックに搭載するための小型軽量化がキーテクノロジーである。当初は大型の都市内バスを対象として開発した。

既述したディーゼル・電気ハイブリッド機関車もそうであったが、一般には発電機はエンジン本体に比し極めて大きくなり、又この他に駆動用のモーターを備えなければならない(表1, No.2)。HIMRでは先ずエンジンとモーターとを同時に稼働させ、それぞれの負荷配分は走行条件に応じた自動制御とした上で更に小形化を志向し、発電機とモーターとは共通の同一

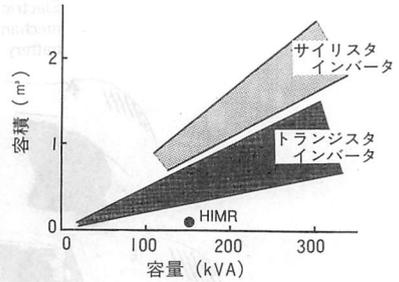


図-9 HIMR用インバータのサイズ比較

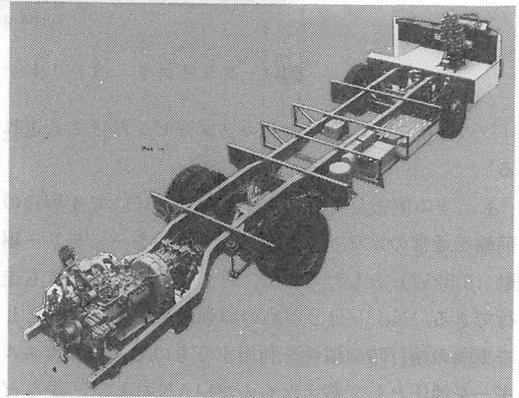


図-10 HIMRシステム搭載バスのシャシー

交流機とした。モーター・ジェネレーターの小形化の最初の試みはコンデンサ切換え共振タイプと称し、ステーター内に界磁コイルと出力コイルとを交互に配置し界磁電流の制御により稼働させるものであった。このものは当初1/2などの縮尺モデルでは順調に見えたものの、実寸では極めて不調で種々の試みにも関わらず成功に至らなかった。いわゆるパイナンの考察に不備があったものと考えられる。最終的にはジャイアントトランジスターを応用したインバーターと、その高周波化に伴って採用できた多極のインダクション交流機に落ち着いた。

インバーターはサイリスタ方式では大雷流のため極めて大型になるが、このトランジスターを採用することと交流機に適合するマッチングの追及により図-9に示したように極めて軽量小形化することが出来た。交流機自体もこれらの追及の結果、超薄型とすることが出来、通常的设计に比し直接的な対比は難しいけれども同一出力比で大略1/5の容積に出来た。これによりエンジン固有のフライホイールハウジングの厚みは変わらず、僅かな径方向の増加で対応出来、図-10に示すように外観的には通常のエンジンと変わりなく反

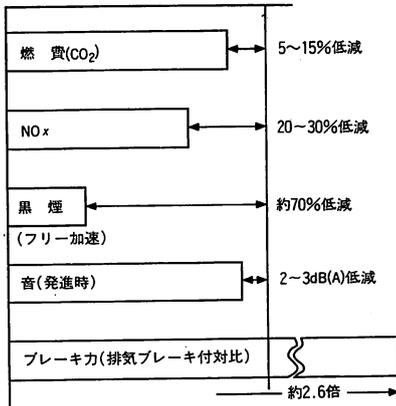


図-11 HIMRの対環境、対安全の効果¹⁶⁾

ってダイナモ(発電機)及びスターター(始動用電動機)が省略でき、すっきりした外観にまとまった。

ベースとしたディーゼルエンジンは10ℓ 170kW (230 PS)、搭載バッテリーは12V鉛バッテリー25個(テストのため一部NiCdバッテリーも試用)、交流機の最大出力は30kWで、高負荷時にはディーゼルエンジンと交流機とは同時稼働させ、低負荷時はエンジンの排ガスは微量であるのでディーゼルエンジンのみの運転とする。全負荷時のアシスト割合は低速発進時でエンジン最大トルクの50%、最高回転速度時で15%である。つまり発進時に例をとればエンジンの負荷は50%であるのでNO_xは排気黒煙に制限されず大幅に低減出来ることになる。また車両制動時及び隋行時のエネルギー回生はリターダー機能そのものであるので、車両としてのブレーキ力は運転条件に応じて加減できるようにした。

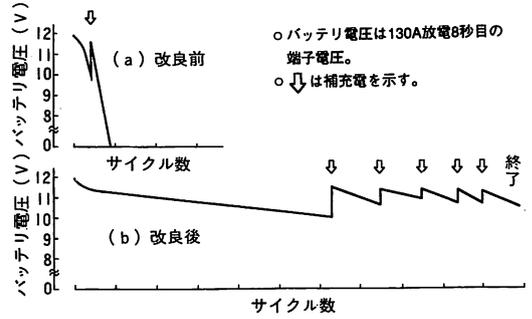


図-12 大電流充放電試験結果

にした。

結果として通常のディーゼルエンジンに比し、排ガスばかりではなく省エネ並びに発進時の騒音など、社内テストの結果では図-11に示す効果が得られ、関係諸省庁の援助の下1991年に運輸大臣認定のモニターテストに移行し、次いで1994年から通常の車両と同じく型式認定を取得し実用期に入った。

4.2 モニターテスト結果と改良経緯

モニターテストは既述のように全国主要都市のバスの実稼働で行った。開始以来、殆どの車は順調に運行出来たが、唯一最大の問題は燃料消費量の低減効果が当初の期待ほど得られなかった点であった。その原因はエネルギーの回収が見込みより少なく、従って放出も不足で最悪の場合はバッテリーの早期消耗、HIMRの機能不良につながったことである。即ちバッテリーの急速充放電耐久性が不足していたことで、これは開発時に行ったテストにおける電流値が不適であったた

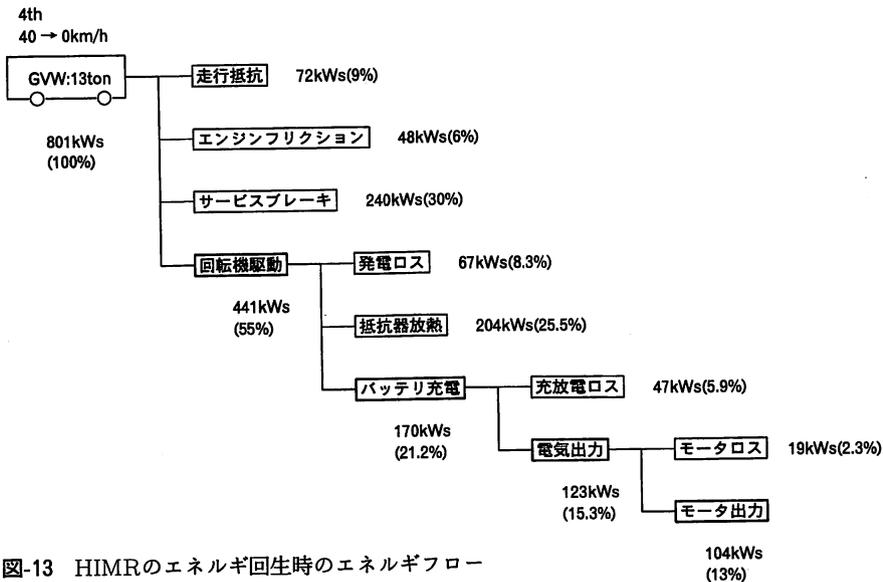


図-13 HIMRのエネルギー回生時のエネルギーフロー

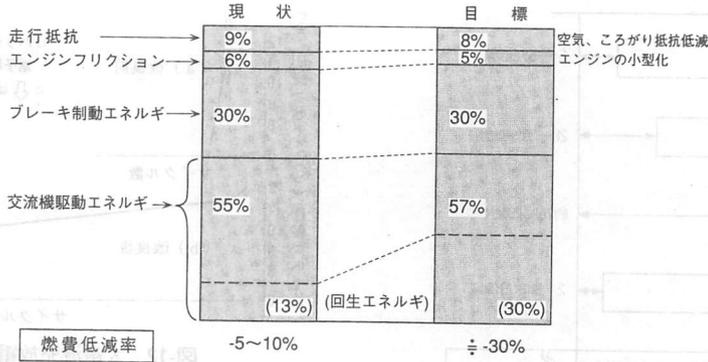


図-14 車輛制動時エネルギー収支と回生率向上計画

めであった。このため急速バッテリーの改善を試行した。その内容は極板の数と面積を増加して電流密度を減らし、内部抵抗の低減を計り、更に電解液の比重も低減して充電時の余裕度を高めた事である。

この結果図-12に示すように、過酷使用条件を想定したバッテリーの大電流急充放電特性は大幅に改善され実用性は確保され、且つ燃費性能も略目標値を達成している。

また都市内の集配トラックおよび塵芥車のモニターテストも1993年から実施されつつあるが、いずれも順調に推移している。集配トラックの場合は特に低速走行時の粘りが良いため疲労が低減するとか、塵芥車の場合は作業時の低騒音のため近隣の住民に好まれるとか周辺の機能に対しても好評を得ている。

4.3 エネルギー収支と今後の改良目標

原動機としてディーゼルエンジンと交流機の同時稼働及びその割合については既述の通りであるが、この種のハイブリッドシステムの最大の課題はエネルギーの回生効率である。都市バスにおける初期型のHIMRの場合について40km/hから通常のブレーキ操作による車両停止迄のエネルギーフローを図-13に示す。図から解るようにシステムの各ステップにおけるバラシ

ティックロスが非常に大きく最終的に交流機（モーター）によって発生し得る出力は、車両を停止させる全エネルギーのたった13%にしかない。

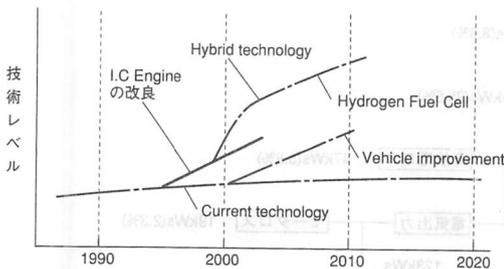
この改善の方策として第一に考えられるのは当然ながらバッテリーの充放電特性の改善で、コンデンサー付きバッテリーなど最近提案されつつある幾つかのもの検討に入っている。この検討を中心としたエネルギー収支の改善目標を図-14に示すが、これが達成できれば燃費改善の効果は30%ほどになる。現存する原動機で最高の熱効率を有するディーゼルエンジン（車両用ディーゼルの最高値は45.5%）を凌駕する原動機は今日未だ考えられない状況の中で、これを車両としてではあるが更に改善できる可能性を秘めていると言えることは極めて重要なことで、CO₂削減の一つの切り札と言ってもいいのではないかと思われる。

5. むすび

ハイブリッドシステムの歴史と現状について先ず概観した。歴史的にはその動機は色々であり一部ではかなりの規模で実用化されたものも在ったが、その多くは高価複雑な構造に見合うだけのメリットが見出せないまま、失敗したか或いは早期に姿を消していった。

1970年代では石油ショックを契機に省エネルギーに焦点を置いた各種のシステムが考案試行され、更に1990年にカリフォルニア州が超低公害車（ULEV）さらにゼロ公害車（ZEV）を1997年以降順次導入することを義務付けたことから、再び多くの試行が開始されてきているのが現状である。

これらの中で最も実用化が進んでいると思われる日野HIMRシステムの内容を紹介し、その結果今後の方向としてエネルギー貯蔵解放システム（電気的バッテリー、メカニカル・エレクトロバッテリー等）の発



(DOE Rogellio Sullivan氏のアイデアをスケッチした)

図-15 次世代の技術予測レベル

展がキーテクノロジーであることを示した。21世紀に向けて化石燃料の脱皮を迎え、例えば水素燃料が普遍したとしてもハイブリッドシステムは極めて有望である。技術レベルの発展に対し、アメリカDOEのRogelio Sullivanは図-15を示し、ハイブリッドは次世代自動車のゴール迄の必須のステップであろうと言っている。但し基本的に高価である点は変わりなく、これに対しては省エネ省資源は人類社会の基本問題であるところから何等かの社会的負担が求められる所である。幸にしてHIMRは関係省庁の積極的な支援により順調に稼働できており、環境対応の範としたいところである。更なる発展を期したい。

文 献

- 1) Smith, H; Aircraft Piston Engines (1981) McGraw-Hill, Inc.
- 2) Melchior, J et al; Hyperbar System of High Supercharging, SAE 74723 (1974).
- 3) Flywheel buses advance in Europe, Automotive Engineering, Vol188, No.12 (1980).
- 4) Mackay, R; Development of a 24kW Gas Turbine-Driven Generator Set for Hybrid Vehicles, SAE 940510 (1994).
- 5) Simanaitis, D; VolvoECC A brief drive into a turbine/electric future, Road and Track June (1993).
- 6) 栗田一雄; VW/アウディ. グループのハイブリッドカー2台, Motor Fan 22 (1990).
- 7) Schlike, N, A, et al; The design of an engine-flywheel hybrid drive system for a passenger car, Proc. Instn Mech Engrs. Vol.1200 NoD4 (1986).
- 8) Walzer, P, et al; Electric hybrid drive systems for application in road vehicles, Instn Mech Engrs. C382/112 (1989).
- 9) Gas Mark 2, Autocar & Motor, 13 April (1994).
- 10) AFS Parie sur L' accu a volant D' Inertie, Sia ingenieurs de l' automobile No.6 87 (1994).
- 11) HOhn, B-R; Der Autarke Hybrid-Ein universelles Antriebs Konzept fur PKW, ATZ 96 (1994) 5.
- 12) Woods, T K, et al; System integration of a 29-Foot Transit Coach Using a Phosphoric Acid Fuel Cell/Battery Hybrid Power Plant. SAE 932963 (1993).
- 13) 鈴木孝幸; ハイブリッド車の最近の動向, 機械の研究 Vol143 No.10 (1991).
- 14) Burke, A, F; Hybrid/Electric Vehicle Design Options and Evaluations, SAE 920447 (1992).
- 15) ABACUS TECHNOLOGY CORP; Tchnology Assessment of Advanced Energy Storage systems for Electric and Hybrid Vehicles ABUCUS Corp. (1993).
- 16) 鈴木 孝; ハイブリッドシステムについて, 機械学会誌 Vol. 95, No. 882 (1992).
- 17) 横田久司他; 電気ハイブリッドバスの汚染物質排出実態 東京都環境科学研究所年報 (1993).

協賛行事ごあんない

「圧縮空気エネルギー貯蔵発電セミナー ——パイロットプラントの現状と地下貯蔵槽技術——」

- | | | | |
|--------|---------------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| 1. 主 催 | 勸新エネルギー財団 | 6. 参加定員 | 130名 |
| 2. 後 援 | 通商産業省, 資源エネルギー庁 | 7. 申込み・問合せ先 | |
| 3. 期 日 | 平成6年11月15日(火) 9:30~16:30 | | 東京都千代田区紀尾井町3-6 |
| 4. 会 場 | 中央大学駿河台記念館370号室
(東京都千代田区駿河台3-11-5) | | 勸新エネルギー財団 エネルギー貯蔵技術本部
国西 達也 |
| 5. 参加費 | 30,000円 (テキスト代, 昼食代等) | | Tel 03-5275-9826 Fax 03-5275-9831 |