

# 「エンジンのないクルマ」の社会

笹 倉 隆 利

- ・要 約
- ・はじめに
- ・ 1. 自動車からエンジンが無くなる
- ・ 2. スモール・ハンドレッドの台頭
- ・ 3. EV車普及へのインフラ整備及び緒要件
- ・ 4. EV車の可能性と限界
- ・おわりに

## 要 約

石油枯渇問題が叫ばれる中、ポスト・ガソリン車として電気自動車が注目を浴び、ニッサン・三菱がそれぞれ量産型EV車の販売に踏み切った。その様な環境下、新興諸国の急速なモータリゼーションへの対応策の一環としても、環境面より、一層石油代替燃料技術の開発が急務となって来ている。本稿では、現在、次世代車の主流となるとみられている電気自動車を組上にあげ、ベンチャーを含む技術開発への取組、インフラ整備、普及のための諸条件について検討を行う。

## はじめに

かれこれ20年が過ぎようとしている。我々が初めて所有した自動車は、創業百余年の歴史を誇るイタリア某有名メーカーの赤い3ドア・ハッチバック・クーペの中古車である。我々がその車を選択した理由は、ボディ・カラーが「赤」

であったこと、そして、イタリアにも数多く存在するカー・デザイナーの中でも、有数の著名デザイナー、ジョルジェット・ジウシアーロ<sup>1)</sup> (Giorgetto Giugiaro) 氏の手による流麗かつ瀟洒なボディ・デザイン。そしてなによりも最後の決め手は、英国の名門自動車専門誌『THE CAR』誌において、「遠くで聞くグランプリカーの音」と表現された高音のエキゾースト・ノート（排気音）であった（排気抵抗削減と音質改善のため三元触媒を外していた事により更に強調されていたが）。

当該車に搭載されていた2500ccV型6気筒エンジンは、今日の自動車のエンジンと比較するまでもなく、当時のレベルにおいても非力であったことは否めない事実であるが、その音、回る感覚（としか表現のしようがない）は、当時20代前半の我々の心を酔わすには十分な「色気」を持っていた。我々はこのエンジンを買うために、この車を購入したといっても過言でないのである。

我々と同様の動機で当該エンジンの搭載車両を購入したという、ネットワーク組織論の先駆けでもあり、現在ボランティア活動を主たる研究テーマとする著名な経営学者であり、現在慶應義塾大学SFC（湘南藤沢キャンパス）研究所所長を勤める金子郁容氏も、自動車専門雑誌『NAVI』におけるインタビューの中で「このエンジンが欲しくて買ったら、車が付いてきた」と発言している。

随筆のような冒頭句となってしまったが、ガソリンを燃料とするレシプロ・エンジンの歴史は、1886年にDaimler-Benz, A.G.の創始者の一人であるカール・ベンツ (Karl Friedrich Benz) により開発された以降、すでに120年余りが経過している。この120年余りという時間は、我々の生活環境や、ライフスタイルは云うに及ばず、自動車の排気ガスによる大気汚染や環境破壊（なにも全てが自動車のせいであるわけではないけれども）、などの問題を引き起こし、くわえて石油という天然資源枯渇の問題や、中国、インドといった大国の急速なモータリゼーションの進行によって、自動車をめぐる環境問題は更なる悪化が予想されている。一国の基幹産業たる自動車メーカーの環境への取組は、今や社会的責務として持ち上げられるようになった。

現在世界全体で10億台以上が稼動していると推定<sup>2)</sup>されるガソリン自動車で

あるが、無論ここ数年～10余年間でなくなるとは考え辛い。そうであるとはいえ、英国石油会社BP（British Petroleum）社の推定によれば、今のままの原油消費ペースで進むならば2008年の段階で、後42.0年で原油は枯渇するという<sup>3)</sup>。無論、この42年という数字は、内燃機関自動車の燃費向上、既に量産化されて15年が経過した電気自動車（Electric Vehicle：以下EV車）、ハイブリッド・カー（Hybrid Vehicle：以下HV車）車の今後の普及の度合い、三菱やニッサンを初めとする完全なEV車の浸透度、石油代替エネルギーの模索、そして極力自動車の利用を控え、公共の交通機関を利用するなど我々消費者の意識によって、多分に誤差は生じてこよう。ただ、これまでの全面的な石油依存型の自動車産業からの、何れかのパラダイムシフトが求められていることには論を待たない。

石油代替燃料へのアプローチは一つではないが<sup>4)</sup>、1997年のトヨタ「初代プリウス」以降、日本を中心として各国メーカーそれぞれの技術の可能性を探索している。主流となるのは、現在HV／PHV（プラグイン・ハイブリッド）車及びEV車であるといえよう。中でもHV技術に関してはトヨタが一歩抜き出ている感が否めない。その後、暫く離れてホンダが追走というのが一般的認識であろう。HV/EV車が、果たして看板どおりエコなのか否かについては、その疑問点と問題点を拙稿においても多少触れたが<sup>5)</sup>、今日の日本が誇る先端技術である蓄電池（本稿では特記がない場合を除き、リチウムイオン（Li-ionと省略する）電池とブラシレスモーターという2つの強み<sup>6)</sup>を持つ産業として、本稿では完全排出ガスゼロ（いわゆるゼロ・エミッション）といわれるEV車に（可能な限り）焦点を絞って、普及のための条件（インフラ整備など）と可能性を考えてみたい。

本稿執筆のタイミングに何故「今」を選択した（テーマを取り上げた）かといえば、今日の経営学において最先端とも言えるトピックの一つでありであり、「今」を逃せば機会損失になるという恐れからである。日本史上の人物である本能寺の変の明智光秀ではないが、「時は今」である。しかし、それ以上に、既述の日本企業の強みとして指摘した技術のうち、日本から発信されたイノベーションであるLi-ion電池技術は現在LG Cham社、Samsung（三星）社など韓

国メーカーを筆頭に、中国、台湾といった国策として援助金を得た企業群の急成長を受けている。過去に日本が世界的に優位性を誇りながらも、新興国の後発メーカーに追い越されてしまった半導体、液晶技術、デジタルカメラ、ポータブル音楽プレーヤー、携帯電話など同様の結末を迎える可能性も有り得るという現況への杞憂もある。実際、Li-ion電池産業はかつて日本メーカーのシェアが9割以上を占めた時期もあった。三洋電機、三洋GSソフトエナジー、Sony、Panasonic Energy、日立マクセル、NECトーキンなどが主たるメーカーとして知られる。しかしながら、日本発信のプロダクト・イノベーションであるLi-ion電池の技術領域においても、前出の韓国2社など新興勢力の台頭につれて、2010年には、それまで販売高首位であった三洋電機が韓国Samsung社に抜かれ、日本メーカー合計のシェアも4割程度までに落ち込んでいる。

また、民生用Li-ion電池<sup>7)</sup>を、他社に先駆けて開発したSONYであるが、その用途はパソコンや携帯端末向けの小型電池を市場として想定しているものであった。しかしながら、SONYにやや遅れてLi-ion電池開発に着手した、ニッサンは、開発初期の段階から自動車向けを意識した大型Li-ion電池に絞っていたという<sup>8)</sup>。

話を本題に戻せば、今日のEV車開発の大きなトリガーとなったのがオバマ政権下での「グリーン革命」である。当初は20億ドルの開発援助金に始まり、PHV/HV車開発において、日本車に大きな遅れをとった感のあるアメリカでは、オバマ政権の下、2009年にPHV/EV車の開発支援として合計約80億ドルを、開発助成資金として振り分けると声明している。参考までにその内訳は、Ford Motors社に59億ドル、ニッサンに16億ドル、そして旧NUMMI工場跡地に入ったベンチャー企業Tesla Motors Inc.に4.65億ドルという<sup>9)</sup>。融資先として、アメリカ企業のみならず日本企業も対象としている点が（多分に政治的要因があるのであろうが）興味深い。後にも触れるけども、政府より約60億ドルの助成金を得たFord Motorsは今後HV車・PHV車・EV車の開発に積極的に関わり、2013年には北米における同社の生産拠点の生産能力を現行の3倍（年間10万台以上）に迄に引き上げると発表している。



ゼロ・エミッション世代に向け、次世代を担う先鋒的存在と認識されるEV車に関して、近年の動向及びインフラ面の整備などの考察を加えながら、その可能性と問題点を探る。

自動車産業よりの「QC活動」、「生産管理」、「品質管理」、「カイゼン」、「Just In Time」など、経営学への知見は大きなものがある。詳細は別稿にて触れているが、自動車の設計開発・製造工程においてCAD/CAM/CIMといった、コンピュータ支援が（具体的社名は割愛するが）行われている事実もある。とりわけ、3次元CADシステムによる製品設計においては様々な方向からの強度計算もでき、「対衝突安全性」等に具されるテスト開発車両（プロトタイプ）が激減したことは紛れも無い事実である。「対衝突安全性」のテストで意図的（実験的）に破壊される車両の残骸は、資源の面から捉えるならば、一つの環境問題、資源の無駄使いとも言えよう。その一助としてCADの役割期待は大きい。因みに2011年5月26日に国内販売が開始された仏国Renault社Meganuは同社としては初めてとなるデジタル技術のみによるボディ・デザインである。

更に、既存の内燃機関自動車の部品点数が2～3万点に上ることに対して、電気自動車では、そのより単純な構成よってできているため、部品点数は1/10～1/3にまで減少するという。だとするならば、生産ラインもそれに対応したものにならざるを得ないだろう。電気自動車用の生産ラインの導入によって、工場内作業員の人数にどのような変化が出てくるかは、現状推測できないが、場合によっては多大な余剰人員を生み出す可能性もあろう。

また、身近な例を挙げても情報システムの一端を構成する携帯型NotePCは、その電力をLi-ion電池に依存し、今日普及の目覚ましい（インターネットの普及率を既に越えている）最先端情報通信技術であるスマートフォンなどLi-ion電池の存在が不可欠である。総人口13億人といわれる中国における携帯端末の普及も3G<sup>10)</sup> (Third Generation) 機を中心として9億台を超えたという。更に後述する「モジュール化」、「統一規格化」の思想も元来設計工学の分野より派生し、コンピュータのハードウェア・ソフトウェア開発に密接に関連する用語である。

## 1. 自動車からエンジンがなくなる

我々をはじめとする、いわゆるカー・マニアと呼ばれる車趣味人を魅了したレシプロ（内燃機関）エンジンが消滅しつつあるというのが、今日的な趨勢となってきた。ボンネットを開けた中には、従来より見慣れた（残念なことに今日のエンジンは電子制御のため、数々の補機類に覆われていて、「エンジン本体」を見る機会は随分と減ってしまっているが）エンジンではなく、インバーターやバッテリー、モーター、オルタネーターなど電子機器が姿を現すというのである。それに呼応して、企業も環境対策への投資を、単なるコストではなく、国の基幹産業としての社会的責任と捉え、むしろ（多くはイメージ面で）企業戦略の一環として取り組みつつある。それと同時に、環境対策を兼ねた商品開発に力を入れている。

また、20世紀初頭のFord Model Tの自動車の一般普及の時代であればいざ知らず、自動車とは（マニアであれば有るほど）日用雑貨とは異なり、消費者の個人的嗜好性が強く反映される工業製品である。つまり、趣味的性の高い領域であるといえる。例えばBMWやMercedes Benzといったドイツ車を好む人間は、決してイタリアやフランスなどの、俗にいうラテン系車両には興味を示さない。無論、その逆の例も余り存在はしない。この嗜好性が更に高まると、車種の国籍だけではなく、その国のどのメーカーを好む（更には車種に及ぶまで）かといった次元にまで反映する。その意味でも、（近未来の）電気自動車への移行というのは、我々や前出の金子氏のみならず他人事ではない事態である。

但し、私見では自動車ほど不思議な工業製品は少ないと思われる。というのも、おおよそその消費者にとっては、おそらく「家・マンション」に次ぐ高価な買い物であるにもかかわらず、試乗は勿論、場合によっては実車すら見ることなく（ということは、微妙な色合いも分かりかねる）購入を決めてしまう製品である。このことは、東京・大阪などの都市部よりも、展示車・試乗車の少ない地方部においてはその傾向は一層強まる。さも当然のように行なわれている商取引である。我々は「消費者行動論」を専門とするわけではないが、このような消費者嗜好はどのように理論付けられるのか大変興味深い問題である。

さて、前出拙稿においも、多少触れているけれどもEV車のコンセプト及び技術自体は、なんら目新しいものではない。19世紀末にフェルディナンド・ポルシェ (Ferdinand Porsche) により開発された技術である。しかしながら、Ford Model Tの量産に始まる内燃機関をそなえた自動車と比して、社会的インフラ整備の欠如、航続距離の制限などもあり、当時の電気自動車は、内燃機関技術の向上、普及に伴い自然淘汰されていった<sup>11)</sup>。

わが国、日本においてもEV車開発の動きは第二次世界大戦以前の1930年代に端を発し、戦後の廃退期にも極端な石油不足を背景にEV車開発の様子が見られた。そのような国内情勢の中、1950年代半ば、その後モータリゼーションへと導く内燃機関自動車の普及により、頓挫する形となったのである。その後1970年代の2度にわたるオイルショックへの各社の対応は、石油代替燃料の模索というよりもむしろ、結果的には排気ガスの浄化技術、燃費性能の向上によって対処してきた。

それ以降も、市販には至らなかったが、実験的意味合いをこめて様々なEV車が欧州を中心に開発されてきたことは事実である。それも近年ではなく、コンセプト・エンジンとしては1970年代以降各社から様々な提案がなされている。

そのような紆余曲折を経て、EV車に注目が向いたのはトヨタのHV車「初代プリウス」発売の翌年に京都で開催された、第三回気候変動枠組条約締約国会議（地球温暖化防止会議：COP3）が契機とされる<sup>12)</sup>。加えて、その機運に拍車を加えたのが、一部の識者の間では「第三次オイルショック」とも称される、2000年代後半以降の原油価格の高騰である。この原油価格の高騰は今現在（2011年8月時点）においても、沈静化の気配は見受けることはできない<sup>13)</sup>。こうした背景の下、HV/EV車は勿論、小型乗用車や軽自動車<sup>14)</sup>といった、消費者のいわゆるエコを志向する自動車への傾倒が強まった。

環境対策、石油高など、様々な視点から自動車そのものの存在価値に疑問を唱えるかのような論調が多々見受けられる。しかしながら、移動手段として自動車に頼らずに済む人達は、一部大都市圏の生活者に限定される。2011年3月に起きた東日本大震災の被災地では、電車が（線路の歪曲などの理由で）不通

となり、その上路線バスの運行数も少ない。この様な人達にとっては、通勤や買い物ですら、やはり自動車に依存せざるをえない。

トヨタ「プリウス」、ホンダ「インサイト」といった、HV車の量産化を契機に、各社とも環境対策の手立てとして、モーターによる駆動アシスト、更には純粋なEV車開発に活路を見出したようである。既述のように、EV車のコンセプト自体はなんら目新しいものではなく、1970年代頃からは次世代車としてモーターショーでのコンセプトカーの形で、数々のEV車が開発されてきた。にもかかわらず、量産化に至るまで四半世紀を必要とした背景には、インフラの不備といった社会的な事情は勿論、採算性および性能面など技術的視点からの問題があったことは事実であろう。

環境面への配慮というよりも、消費者にとってはむしろ原油高のほうが主たる理由かもしれないが、既述のオバマ政策以降、アメリカを中心としたPHV/EV車の開発に各社とも注力している。

この様な環境の中、2009年6月に三菱から「i-MiEV<sup>15)</sup>」の量産化が開始し、同年12月にCarlos GhosnニッサンCEOがゼロ・エミッションを（トヨタのHVシステムを意識したうえでのことではあろうが）強調した「リーフ：LEAF」が日米で同時発売される。両社とも、蓄電池技術に関して長い年月をかけてノウハウを蓄積してきたメーカーである。中でも三菱は2000年に端を発するリコール（酷い場合は車が炎上する等）の隠蔽問題が、社会的な非難の的となり企業の存続さえ覚束無い状況に追い込まれていた。その販売台数の激減振りに「三菱はパジェロとランサー・エボリューション<sup>16)</sup>」だけで成り立っている」と揶揄される経営環境下にあった。その渦中においてさえも、EV車開発をあきらめなかったという経営者の意思決定と開発陣のモチベーションには驚きを隠せない。

ニッサンも三菱同様1990年代の販売台数低下、工場閉鎖の経営危機に直面しながらもCarlos Ghosn（当時ニッサンCOO）氏の強力なリーダーシップの下、同社の社運をかけていたともいえるEV車開発の手を緩めることはなかった。むしろ逆に、強力な後押しをしたという。Ghosn氏の、このような発言や行動の

背景には、Ghosn氏個人のみでなく、そもそも仏国Renault社自体がEV技術に以前より関心を示しており、欧州ではRenault、日本市場ではニッサンといったように、両社の開発の棲み分けを考え、マーケット・リサーチやサポート面・技術面の相乗効果が見込まれているであろう事は云うまでもない。更に戦略的視点で考えるならば「HV車」による低公害を強調してきた、トヨタ、ホンダと比べ、HV技術の開発・実用化に大きな遅れをとった感の強いニッサンが、その遅れを挽回すべくGhosn氏が再三再四に渡って強調してきた「ゼロ・エミッション」を実現した「リーフ」の積極的開発に取り組まざるを得なかったとも言える<sup>17)</sup>。ニッサンの製品開発戦略と共に「ゼロ・エミッション」というイメージを定着させるための、マーケティング戦略とも理解できる。

ただし、現在企画進行中のリーフによるワンメイク・レース実施の構想には、大きな疑問を感じざるを得ない。当該車リーフの競技仕様車の開発は、ニッサン・ワークスともいえるNISMO (Nissan Motors Sports International) が担当する。リーフの蓄電池は、満タンに充電した状態であっても、全開でサーキット走行を行えば、その電力は約20分で消費される。原子力発電に頼らない、発電設備が模索される中、敢えてこのような電力消費に加担するかの様な行為は、「ゼロ・エミッション」を最大のスローガンとして掲げる同車両の開発意図とは逸脱したものではないだろうか。

更に付け加えるならば、「ハイブリッド・スポーツ」という触れ込みで販売されるホンダのHV車「CR-Z」にも、ホンダ・ワークスといえる「無限MUGEN (登録商号：株M-TEC)」にも同様なことが指摘できる。同社は2010年3月発売の2シーター・スポーティHV車である当該車種に、過給機を組み合わせることで大幅な性能向上を果たしたモデルの市販を計画中である。一体何のためのHV /PHV/EV技術なのか、その根本に立ち返った開発戦略、製品戦略が求められるのではなからうか。

また、その存在さえ余り知られてはいないが、上記i-MiVEの発売と同月の2009年6月に、富士重工業よりEV車スバル・プラグインステラが販売された。同社の軽自動車R2とプラットフォームを共通とするため、設計開始から販売

開始まで、わずか11ヶ月間で開発された<sup>18)</sup>。

一方、「プリウス」の成功で、HV車メーカーとしてのブランド的地位を得たトヨタは、当然EV技術を有る程度は視点に入れながらも、EV車は当面は内燃機関に代わるものではなく、HV車を中心に据えて、用途別に多方面の車種をバランスよく構成しようとする意向<sup>19)</sup>のようである。そのためトヨタの開発陣もHV/PHV車を優先していようである。とりわけ、HV車への注力には、これまでHV車という次世代車の先頭を走ってきたトヨタの意地と面子もあるのであろう。拙稿<sup>20)</sup>においても触れた北米トヨタ販売が2015年に設立計画中の(「Toyota」、「Lexus」、「Scion<sup>21)</sup>」に次ぐ第四の)新規ブランド「Prius」にも、そのようなトヨタの考えがうかがえる。PHV車とは、既存のHV車の蓄電池に充電用コネクタを備え、電気による航続距離の延長を可能としたものである。充電機能を備えたHV車と理解してもらいたい。エンジン主導モーターアシスト型からモーター主導エンジンアシストへ方向転換であると、トヨタは主張し、あくまで現状の自社の中核能力はHV技術にあるとの考えを譲ってはいない。電気自動車の開発に社運をかけたニッサンとは対照的なスタンスである。

とはいうものの、トヨタ自身EV車傾倒の世界的趨勢には逆らえなかったのか、これ迄業販向け専用であった急速充電器（その価格は250～350万円程度といわれる）の市場へ、事業主のみではなく個人客も対象とした、PHV/EV車専用充電スタンド「Gステーション」の販売に踏み切った。その価格は、個人客でも十分に入手可能な範囲の28万円（但し取り付け費用として別途10万円強を必要とされるようではあるが）という低価格設定である。

既述のインフラ整備、航続距離の限界、内燃機関との絶対的な出力差（出力“特性”となれば話は異なるが）、大量の電池を搭載するゆえの漏電・感電、電池の異常熱発生問題、衝突時の（炎上への）安全性、技術的な信頼性、高価な（現状の生産性ではそうならざるを得ない）価格設定、などEV車に纏わる問題は山積状態であるが、i-MiVEやリーフの量産化は事実問題であり、今後の原油の枯渇など様々な問題への解決手段として、内燃機関のエンジンを持たない新機軸の自動車普及への緒についたのである。

## 2. スモール・ハンドレッドの台頭

EV車の技術的コアとなるものは、従来のガソリン自動車にとっては内燃機関エンジンがそうであった事と同様に、その、駆動機関たる電池及びモーターの開発生産戦略である。

電気自動車の特徴の一つとして、ガソリン車と比較した場合、その車両構造ははるかに単純なものになるという<sup>22)</sup>。部品点数で云うならば、従来は2～3万点のパーツが必要とされていたものが、EV車では、その1/10～1/3に減少するという。その中核部分となるのがLi-ion電池と（ブラシレス）モーター、インバーター、そして、それらを制御する電子システムである。

電子部品そのものはHV/EV車と比して内燃機関自動車においては、エンジンの給排気などを制御する（電動サスペンションや4WD車であればそれらも含めた制御用の）コンピュータ機器を例外として脇役にさえならなかった存在である。

また、幾ら構成部品点数が削減されたからとはいえ、モーター、バッテリー、インバーター、そして4WD車であれば各車輪間のその他、各電子部品を制御するプログラムは、現在の電子制御用プログラムよりもはるかに複雑なものになろうことは云うまでもない。

それらを新たに開発し内製するには、各社とも様々な電機メーカーや電子部品メーカーと提携し<sup>23)</sup>、独自規格構築のために膨大な予算額の計上が不可欠となってきた。この国内メーカーの（系列会社も含めた）内製化志向とは逆に、いわゆるDOS/Vパソコンのような「規格化」、「モジュール化」の発想を積極的に活用することで台頭してきた「スモール・ハンドレッド」と呼ばれる中小企業群が多数<sup>24)</sup>存在する。

“innovation”とは、経済学者シュンペーター（Joseph Alois Schumpeter）により展開される、彼の理論の中心的用語であり「新結合」と訳された。その「新結合」を模索して、これまでは縦割りの系列体制で他業種企業の参入が不可能とされていた、自動車業界への新規参入者が多数存在するという。そのために必要とされるものは電池初め、各部品の「モジュール化」ないしは「規格

化」の推進、そしてそれら各要素の「新結合」が必要不可欠であるというのが、大勢の認識である。

こうした「スモール・ハンドレッド」と呼ばれる企業の中でも、取り分け有名なのは前出のTesla Motors, Inc.の存在である。同社のユニークな点は、新たな独自部品の開発は行わず、既存部品の組合せによって自動車生産を可能とした点である。更に、彼らの生産車は工業製品として完成の部類に有るとの評価を受けている。このモジュール同士の組み合わせ技術が、彼らの中核能力であるという。まず、どの企業も初めてとなるであろう自動車用Li-ion電池であるが、同社の生産車第一号「Roadster」では、携帯用NotePC用バッテリーとして定評のある「18650型<sup>25)</sup>」規格の電池を利用したという点である。「18650型」規格は既に大量の生産実績を持ち、コスト面で非常に安価にできる。それらを621個束ねて1モジュールとし、計11モジュール、すなわち6831個使用し、並列・直列とに組み合わせることで、電気自動車のウィーク・ポイントである航続距離（390kmを実現）と出力を補っている。それら電池パックの組合せというべきか、内部構造が彼らの特許とする部分である、ただし、その車両重量は800kgという軽量さにも関わらず、電池の占める質量は450kgであったという<sup>26)</sup>。

また、Teslaが今回したたかだったのはその価格戦略にあったと広報担当者は述べる<sup>27)</sup>。同Roadsterは、採算ベースで価格設定を行えば、日本円換算で500～600万円で販売可能であったと。但し、ファミリーカーとしての価格としては高価に過ぎると判断し、2座オープンのスポーツモデルのボディを搭載して1000万円で販売し始めると、飛ぶように売れたという。

彼らは2013年初旬には、大人5人子供2人が乗車可能な実用的セダン（スポークスマンの言葉を借りるならば“真打”的存在として）「Model S（車体重量1800kg以下に対しバッテリーパックの重量は約600kgと推定<sup>28)</sup>）」を販売予定である。当該車は、BMW 5 seriesやLexus LS等を競合相手として想定している。「Roadster」同様、既存の汎用バッテリーを約8000本に増やして使うことにより、そのようなハイクラス・セダンを最廉価モデルでは50,000ドル以下



で販売予定という。加えて、迅速な電力補給のため、急速充電機能のほか、（どこにそのような設備機関を設けるのかは不明だが、あくまでスペック表の上では）脱着式バッテリーによるスワップも可能としている。そして、その搭載バッテリーの容量により、航続距離は160マイル（約257km）、230マイル（約370km）、300マイル（約483km）と3種類が用途に応じて選択が可能となっている。あくまでメーカー公表のスペック上の数値ではあるが、航続距離が450kmを超えとなれば、年間の一台当り平均走行距離が2～3万kmといわれるアメリカにおいても実用に耐えうるのではないだろうか。

その性能と耐久性・信頼性は、現状計り知れないけれども、単に価格面と新機軸の採用ということを重要視するならば、高級セダンを製造する各メーカーにとっては、無視できない存在であろう。

更にこの「Model S」のプラットフォームを流用して、ミニバン、クロスオーバー・カントリー車（同社の市販車両として3番目となる当該車両の開発のため、同社は約2億ドルの新株発行を発表した）、商用車など、フルラインアップ化を目指しているという<sup>29)</sup>。2003年創業の1ベンチャー企業に始まり、およそ10年でフルラインナップ化を可能とするならば、その車両の完成度如何によつては、市場の様相は大きく異なってくるとも考えられる。

因みにわが国日本においても、同社は既に拠点は進出済みであり、これとは別にあくまで並行輸入の形ではあるが中古車の買取・販売業者の「ガリバー」社が「Tesla Roadster」を1台輸入し、ネット・オークションにて約950万円で落札された。また、2011年5月11日付けのプレス・リリースに依れば、インターネットサイトより正規代理店経由での購入予約が可能となり、既に1000台以上の受注を獲得し、2011年後半にでも正式発売される予定であると聞く。更に驚くべきことには、2013年には日本仕様ということか右ハンドル仕様車さえも用意されるという。

近年社会的注目度も高いTesla社ゆえに彼らに関する記述（とりわけ「モジュール化」及びフルラインアップ化）が長くなってしまったが、彼らの「モジュール化」の例はRoadsterだけを取ってみても、多々存在する。まずボディは、

英国ノーフォークに本拠を持つLotus Cars社の既存車「Elise」を流用し、バッテリーは日本の大手電池メーカー（Panasonic製といわれる）のタイ工場から、モーターは台湾から調達し、あとはこれらのパーツをカリフォルニアで組上げるだけのものであった<sup>30)</sup>。つまり、IBM社やDELLコンピュータ社を初め、DOS/V規格のPC組立と全く同様のモジュール化による生産方式を自動車生産において採用したのである。

日本にも拠点を構えたTesla社ではあるが、現状ではその生産キャパシティの小ささゆえ、直に実車を目の当たりにすることは現状困難である。しかしながら、NUMMI跡地の工場を手中にし（約1000人を雇用）、トヨタやPanasonic（既にTesla向けのLi-ion電池を開発済みである）といった提携企業のみならず、Daimler社との資本提携を行い、政府よりの多額の援助金を得るなど、一部では株価の下落などを検案する意見もあるが、ベンチャー企業にありがちな資金不足とは無縁な、潤沢な資金を持つ。

このTeslaの技術を流用した車種が、Daimler Smart ED、BMW MINI E、裕隆汽車（台湾のニッサンやGMの現地パートナーである）など、続けざまに発表されている。

そして、2010年の自動車登録台数でアメリカを抜き世界の頂点ともいうべき世界最大の自動車市場となった中国である。中国における自動車の保有率の増加は2次曲線的であり、その勢いは当分終わりそうに無いと考えるべきであろう。中国政府も、自動車による環境負荷への対応に追われている。その中国においてもEV車は存在する。広東省に本社を構えるBYD: Build Year Dreams Auto（比亞迪汽車销售有限公司）の存在である。

その中国における北京モーターショーでは、2010年開催時、中国メーカーは挙ってEV車の発表を行っていた。しかし、2011年の上海モーターショーでは、PHV車一色（EV車も展示されているが）という激変振りであった<sup>31)</sup>。その背景には、トヨタやホンダの開発陣同様、インフラの未整備などから、最も現実味のある低公害車としてPHV車への技術転換を図ったようである。

そのPHV車において、世界初の量産化に至ったのが同社による「F3DM」と

いう車種である。同社の創業者兼現会長職の王伝福は、2009年度の評価では総資産350億元（日本円換算で約4556億円）と、中国一の資産家である。と同時に、出資元は世界最大の投資持株会社であるバークシャー・ハサウェイの会長兼CEOのウォーレン・バフェットである。彼は、MidAmerican Energy社を介して当該社の親会社であり、中国最大のバッテリー・メーカーである比亞迪に出資している。

EV車の生産も行っており、同社のEV車「e6」もやはり航続距離の延長を意図した結果であることは明らかなが、300kmを可能とするために、先述Tesla Roadsterと同様にその車重のうちのおおよそ35%以上を蓄電池が占めている<sup>32)</sup>。

この車両重量比35%以上という数字が、どれほどの重量比であるかを既存のレシプロ・エンジンと比較してみれば顕著である。わが国において1970年代にその高性能で一世を風靡した「スカイライン2000GT-R（KPGC10）」という車種が存在した。同車は、時代も時代のためパワーステアリングなどなく、その他の電子・電氣的装置は殆どと表現しても良いほどに存在しなかった。更には今日の自動車に必要不可欠な「自動車安全性」の類の装置も無く、燃料供給も電子制御ではなくキャブレターで賄っていた。40年近く昔の車と今日の車とを同一線上に扱うのはアンフェアであるかとも考えられる。しかしながら、今回の比較対象として同車を取り上げたのには理由がある。当該車のエンジン機構が、当時の最先端技術を詰め込んだものである。しかしながら、脚注でもあるように非常に複雑かつ精巧なエンジンであったため、その直列6気筒ユニットの乾燥重量は重量級クラスの約200kgにも達した。それに対して、車両重量は1100kgであった。この様な重いエンジンを搭載しながらも、対車重比では約18%と20%にも満たない。この一例を持って、EV車の蓄電池及びモーターの重量が車両設計上、多大な影響を及ぼす可能性を秘めるというのは、過大な表現であろうか。

手元に近年のエンジン重量：車両重量を示す資料が無い（メーカーが公表する習慣がなくなった<sup>33)</sup>）正確なことは言えないが、クロムモリブデン鋼、アルミニウムなどの新素材の利用により、仮に電子制御式燃料噴射など、数々

の補機類による重量増を考慮してもおおよそ対車両重量比20%前後に収斂されると推定される。

数多存在する「スモール・ハンドレット」群とは異なり、同社も米国Tesla社と同様に、資金面では極めて潤沢である。その上、同社は、日本の金型製造業のオギハラ社群馬県館林工場を買収し、同工場の設備・人員他全てを引き継いだ。更に、今後の展開として同社は、オギハラ社の開発した金型を中国に持ち込み、中国従業員への技術移転を目指している。EV車に欠かせないバッテリーに関するノウハウを持つ親会社の存在もあり、日本製造業の海外移転の問題としても、経営学的視点から我々としては関心のある企業系列である。

更に、資本面では「スモール～」とは表現に抵抗を感じる同社では有るが、その組立の発想はTesla社初め、他のスモール・ハンドレッド同様に品質向上、ブランド力の向上のために、「規格化」、「モジュール化」の発想を積極的に取り入れている。

しかしながら、「モジュール化」の設計思想そのものは、本来自動車製造過程で用いられるものでもなければ、別段目新しいものではない。その事を承知の上で、「モジュール化」に対する理解を深めるために更に説明を加えよう。そもそも、モジュールとは、設計工学の領域でシステムを構成する自己完結的な要素であり、今日のPC用ハードウェア、ソフトウェア・プログラム（“go to”<sup>34)</sup> 文を持たない構造化プログラム）などは、全てこのモジュール構造にしたがって構築されている。

モジュール化のメリットは、各インターフェース部分は規格化・標準化されており、各部分部分間の接続時の「すり合わせ」作業の手間を省くことが、まず指摘できる（プログラム構成上の話をすれば、モジュールの自己完結性の必要性もあり、更に重要な点もでてくるのではあるが）。Windows®用の汎用ソフトウェアである「Office」をインストールする際に、インストールする項目（例えばヘルプ機能）やインストールするソフトウェア名の選択画面が出でくるところを見たことはないだろうか。「Office」の場合、初心者向けの大雑把な表現として、イントールの方法に「最小」、「最大」、「カスタマイズ」が選べたと思う。

モジュール化の設計製造思想は、現在大型客船の製造や、自動車の製造にも独国Adam Opel GmbH社を初め、今日では各製造業数多くのメーカーでも採用されている。例えば、自動車の左右前後の何れかでも構わないが、フェンダー部分を若干凹ませてしまったとする。この修理の場合、敢えて軽微（であるかもしれない）かつ相対的に安価な部分的な板金による修理よりも、フェンダー・パネルそれ全体の交換を各ディーラーとも行っている。そのメリットは、板金を行う技術者育成の必要性がなくなること、一事故あたりの修理（部品）単価が高くなるなど、販売店側の合理性・利益性を優先的に考えた点が指摘される。この様な販売店側の対応に対して、販売店の技術者たちを、「エンジニア」ではなく、「チェンジニア」と揶揄する声も聞かれるが、まさにその通りであろう。

自動車メーカーにおけるモジュール化の採用は、新興国のメーカーにとりわけ多く見受けられる。そのメリットは、自社の部品企業の資本・技術・ブランド力の不足を、世界のトップクラスの部品企業の力と組込み、活用によって補うためである<sup>35)</sup>。

また「モジュール化」と併用して用いられることの多い「統一規格化」の問題もIBMによるDOS/Vパソコンの、ハードウェアのデファクト・スタンダードの例を見れば明らかであろう。他のハードウェアとのインターフェース部分さえ統一規格化がなされていれば、その中のアーキテクチャ（元々は紀元前建築様式よりの用語の援用なのだが、「構造」の意）はブラックボックスで構わないという発想である。

話を本題に戻すと、中国における自動車産業は、中国最大の自動車国営企業である第一汽車の政府高官・要人御用達の中国初の乗用車でもあり、高級セダン（リムジン？）の"紅旗"の存在を我々は既に（30数余年以前より）知っていたので、中国内の自動車メーカーには多少馴染み深かったのであるが<sup>36)</sup>、近隣国韓国にもEV車の生産会社は当然存在する。わが国においても正規ディーラーがあったため（既に撤退）、おそらく日本で最も認知度の高い「現代自動車（今日の現代一起亜グループ）」の存在は有名であろう。参考までに1975年に韓国初の国産車「ポニー<sup>37)</sup>」の生産を実現したのも同社である。同社は韓国他社

に先駆けてモジュール式の部品構成に取組んだ企業でもある。更に、中国の北京汽車との合弁会社「北京現代汽車」を設立、インド市場でのシェア（第3位）、労使関係など、多様な視点から経営学的にも大いに注目されるべき企業であると認識している。因みに米国Fortune誌の企業ランキング500にもランキングされている。更に同社は2011年の米国市場における新車販売件数ではベスト6に入る勢いであるときく。しかしながら国策としては重要視されていないのか、その他韓国メーカー同様、意外なことに政府も含めて同社はEV車の開発・量産化にはさほど積極的でないようである(HV車は存在し、韓国大手バッテリー・メーカーのLG Cham社との提携済である)。部品のモジュール化に関しては、韓国自動車メーカーの中で最も先端にいる企業である。こうした部品のモジュール化を推進する背景には、自国部品メーカーの技術力とブランド力の低さを補うために、日欧米といった部品メーカーを利用している。

そこでEV車の観点から注目されるのが、韓国CT&T社である。

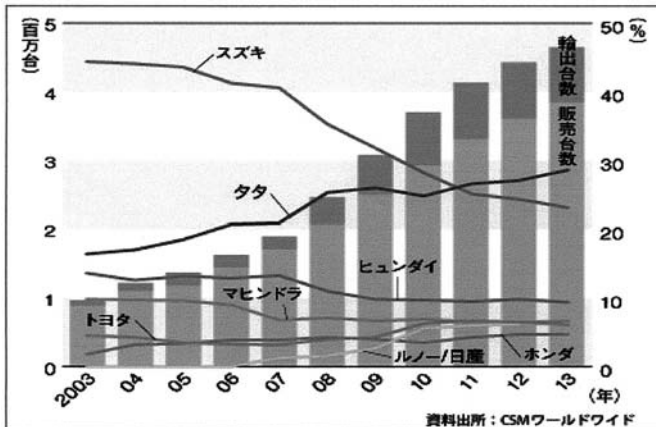
同社は軽規格車両の二人乗り用e-Zoneを生産している。この車両には、一応「セダン」、「バン」、「ピックアップ」と3つのバリエーションを並べる。「セダン」、「ピックアップ」等の表現を用いるといかにも高級車の感を与えるけれども、現実には「セダン」はあくまで「小型乗用車」、「ピックアップ」に至っては日本で言うところの「軽トラ」である。但し、彼らの販売戦略として注目すべき点は、上述3車種共に、蓄電池が鉛仕様とより高価なLi-ion仕様と、合計6つの選択肢を与えている点であろう。資金・用途、それぞれに合わせてユーザが、それらの選択肢の中から適したものが選べる。

韓国自動車メーカーには他にも仏国Renault社が80.1%の株式を所有する「Renault Samsung社」が存在するが、現状ではEV車の製造は行っていない。とはいうものの、2010年のLi-ion電池生産高でサンヨー電機を押さえて首位となったSamsung<sup>38)</sup>は、蓄電池に関する多大なる技術とノウハウを持つと考えられるため、市況次第では同社の市場参入可能性が皆無とは言えないであろう。

また、ようやくモータリゼーションの緒に着いたかのように思えるインドでさえ、EV車開発、そして販売計画が立てられている。その中心的企業が（当

該社はベンチャー企業では無いが）財閥系自動車メーカーである（英国の名門 Jaguarも資本傘下におさめる<sup>39)</sup>）TATA社である。同社は、インドの国民車構想にも積極的な姿勢を示す企業であり、2008年にはTATA nanoを10万ルピー（日本円換算でおおよそ20万円）で発売した。このTATA社が現在力を入れているのが、「Indica Vista EV」という電気自動車である。同車のサイズはニッサン「マーチ」相当であり、バッテリー重量240kg、航続距離160km/hである。因みに、この航続距離は三菱i-MiVEの公表値と同等である。

意外に感じられるかもしれないけれども、インドは電気自動車先進国であるという<sup>40)</sup>。インド南部にあるREVA Electric Car Company社は、既に2001年よりTATA社に先行してEV車の販売を行っている。同社の「REVAi」は、鉛バッテリーを使用し、最高速度80km/h、航続距離80kmを可能とする後述石川等の提案する“町乗り車”規範的実例である。更に同車のLi-ion電池仕様車は、最高速度の向上は勿論、航続距離も120kmにまで伸び、遠出は不可能なものの、町乗りという限られた目的の使用車としては十分な航続距離であるといえよう。実際に、現段階において軽自動車規格で輸入が行われている。



「インド自動車市場の規模とシェアの推移予測<sup>41)</sup>」 武谷匡城  
 （出典：インドの「自動車ミッション10年計画」に潜む危うさ）

前の図表から読み取れることは、先行参入の成果もありこれまでインド市場を席卷してきたスズキ（現地法人マルチ・スズキ・インディア社）に変わり、本格的な自動車生産は1990年代以降と後発メーカーであるにも関わらずインドの財閥系国産メーカーTATA社が急速にそのシェアを伸ばしている点である。既述のように、TATA社は「10万ルピー車」nanoを投入してきた。それに対向してスズキも「初代アルト」のような（スズキの得手とする）徹底したコストダウン車を提供し続けてきた。両車の仕様にそのような相違点があるのかは、実車を見ていないため明言は控えるが、スズキは車名として定着した「アルト（日本で販売されている同名車とは全く異なる、インドやモロッコ向け車両）」を中心とする。無論、現地法人のマルチ・スズキ・インディア製である。TATA社はnanoを投入してきたわけだが、30数年前に47万という当時としても低価格設定の「アルト」を市場に送り出したスズキの鈴木修氏を持ってしても、「たかだか10万ルピーでは、まともな車はできっこない」とたかを括っていたのが、少なくとも今日の市場動向を見る限りにおいては敗因の一つとなると考えられよう<sup>42)</sup>。まさにインドの「国民車構想」に乗った感のあるTATA社の成長振りである。既にアメリカを抜き、世界一の自動車大国にまで成長した中国ほどの新規登録台数の伸びは現在のところ確認できないが、12億人強といわれるインドの人口を考慮するならば、更なる市場展開が期待されよう。

ところで、ここ日本においてもEV事業関連の新興企業は存在する<sup>43)</sup>。

例えば、既に倒産してしまったが岐阜県各務原市に拠点を持つ（ていた）、旧「ゼロスポーツ」社が上げられる<sup>44)</sup>。彼らは、各種官公庁・地方自治体を始め、企業への導入実績を持つ。しかしながら、2010年8月に郵便事業(株)より郵便集配用車両として、改造電気車両1030台の受注契約（契約価格：34億7224万円）があったにもかかわらず、最終的には、郵政省の郵便事業よりの大口受注の納期に間に合わず、2011年3月に納期遅延を理由に解約され、結果的にはその後の資金繰りに困窮し経営破綻（負債総額11億7777万円）に陥った<sup>45)</sup>。同社のEV事業は、2011年4月25日に愛媛県今治市にある渦潮電機に譲渡契約されたとの記者発表があった。同日、同社は岐阜県に渦潮電気EV研究所を設立し



旧ゼロスポーツ社員と同社約15名で活動を開始すると発表された。そして、2011年5月25日付けで、2011年6月より「(株)ゼロスポーツ」の名前はそのままに、電気自動車事業を除く、アフターパーツ全事業の営業開始を発表した。

このような事例は、検索をしていけばおそらくかなりの数に上るであろうが、こうした新興ベンチャー企業が日本で育たない背景には、技術面以上に、アメリカと異なり「ベンチャー・キャピタル」の不整備、先行資本投資家である「エンジェル」と呼ばれる人達の少なさに起因すると考えられる。彼らの援助金無しでは、研究開発費及び生産設備の充足は困難である。

とはいうものの、低資本ながらEV車の開発（と表現するよりも正確には改造であるが）に成功している企業は多数存在する。

1998年に目黒区の材木置き場において、軽自動車三菱「ミニカ」の中古固体を流用し、エンジン・ラジエター・燃料タンクといったレシプロ・エンジンとしての部品を取り外し、改造用EVキット（約100万円程度と聞く）の電気モーターと制御装置を載せ、後部座席跡にバッテリーを搭載した「目黒1号」が存在する。その製造（改造）に要した日数は実質5日程度のものであったという。

更に、この「目黒1号」は同年6月に車検に合格し、「型式」をとり、ナンバーが付いたといわれる。以降、同様のEV化は事業化され、当面の間は軽自動車のMT車が前提条件で約130万円で販売されることとなる。

その他にも、「大蛇：オロチ」のアヴァンギャルドなデザインで有名な富山市の光岡自動車も、これら成功事例として指摘される。従業員数580名（2009年）、売上高275億円（2009年）と、流石にトヨタやホンダ・ニッサンと比較すれば中小企業では有るが、その規模からは一概に「スモール〜」とは呼び辛いものがあるけれども、敢えて取り上げよう。余りに有名な会社なので詳細説明は不要かとも思うが、同社は以前よりニッサン2代目マーチなどをベースに「ガリユール」、「ビュート」等といったノスタルジックとも言えるボディ・デザインを中心に独自のカスタマイズを行ってきた。その彼らが、三菱「i-MiVE」をベースとした改造電気（i-MiVE自体がそもそもEV車であるのだが）自動車、「雷駆（Like：らいく）」を生産・販売に成功した。もともとの販売実績があ

る上に、ネームバリューも高く、一概に他社との比較は無理があろうが、このようなアプローチもあるという事例である。

光岡自動車は、多少例外的存在であるとしても、既述の「目黒1号」の例などは、EV・環境・低公害という流行り文句以前に、新たな一つのビジネスモデルといえるのではないだろうか<sup>46)</sup>。需要次第ではあるけれども、小企業においても年産100台程度の改造受注がえられれば一つの事業として成り立つのではなかろうか。その需要とは、例えば農村地の田畑の行き来をしたりする人達がまず浮かんでくる。田畑と「ご近所さん宅」との間の往復では、十分に事足りよう。無論、市街地へ出かけるなどといった長距離移動に適しているとは間違っても思っていない。現状、航続距離に未だ不安を残すEV車と仮に付き合うのであればこの様な方法もあるであろうという一例である。

このような、「改造EV車」の事例は、国内でも多々存在する<sup>47)</sup>。新潟県長岡市の「てづくり電気自動車教室・チョイ乗りev研究会」の本田氏は、自身の手持ちであるスズキ「アルト」を自らの手でEV車に改造し、型式認定を済ませている<sup>48)</sup>。そして彼のEV車改造キットの販売及び指導の下、新潟県阿賀野市「クルマヤ」、広島県尾道市「ゴトウ石油」、長野県佐久市「STO」、同県長岡市商工会議所などが、同様の型式認定を受けている。しかしながら、残念な事に、これらのEV車の航続距離は40～50kmと、あくまで町乗り、買物用など限られた用途に適したものであるという以上の範囲は出ていない。

ガソリン車からの改造では無く、新規に設計開発されたEV車として、慶應義塾大学政策・メディア研究科教授の吉田博一氏と同環境情報学部教授清水浩氏の両研究室が中心となり（既に法人化されたSIM Driveのプロジェクト名を持つ）、多くの企業の協力体制の下、開発進行中の2004年発表の「エリカ（Eliica: Electric Lithium-Ion Car）」は、取り分け有名な存在であろう。5m強の4ドア・ボディに8輪を配し、車輪各々のホイールリム内部に駆動用モーターを備え付けたインホイール方式をとる。最終的には最大速度400km/hを目指すという。実際に2004年の国内テストでは320km/h、海外では370km/hを記録している。慶應義塾大学側はあくまでエンジニア・研究者としての視点

からエクスペリメンタル・カーとして同車の開発に取り組もうとしたのであるかもしれない。しかし、俄に信じられないことに、そのエリーカを200台程度生産化し、販売の計画があるという。その場合の車両価格は、約3000万円と概算されている。8輪車ゆえの回転半径は未知数であるが、安全性・信頼性といった自動車の基本性能とは別に、最先端のテクノロジーを持つ自動車としては、私見ではむしろ安価な設定ではないだろうか。更に、既述清水氏に依れば、この「エリーカ」のコンセプトは大型のバスにも転用できるという。その場合、現状大きめの段差を上って乗車する既存のバスではなく、ローフロア化が可能となることで、よりバリアフリーになり、先日試作車が一般公開された。

この度、SIM Driveプロジェクトが、その（奇抜なデザインとも思える）「エリーカ」の販売に先駆けて、より現実的な（これでもデザイン的には十分に奇抜だと思うが）EV車を発表した。基本的なEV技術は、勿論「エリーカ」より引き継いだ（例えばインホイールモーター方式）ものであるが、三菱自動車、いすゞ自動車、IHI、オリンパス(株)、(株)クレハなど他業種（しかしながらEV車市場への参入の計画があると聞くが）よりの支援を受けて、量産型EV車として発表されたのが「SIM-LEI<sup>(49)</sup>」と呼ばれるモデルである。その性能云々はここでは本筋から外れると思われるため割愛するが、画期的とも思える絶対的性能と、リーフの約1.7倍とも云われるその航続距離が特徴である。量産化を意識した上でのことであろうが、ボディはスチールをプレスしたモノコック構造となり、より低価格化・量産化を意識した設計のものとなっている。これを10万台／年規模で生産できるならば電池抜きでの車両価格は約150万円程度で販売可能であるという。

更に、SIM Drive社は、今後、新規開発車両及び既存の仏国PSA Peugeot CitroenのCitroen DS3のEV改造車を開発販売する予定である。その両者共にインホイールモーターの採用が決定されている。

また、電池とモーターというこれまでの自動車メーカーが主力として扱ってこなかった分野における新規の研究開発であるため、産学共同プロジェクトによる研究資金捻出に取り組む企業も多く、前述の慶應義塾大学を始め、東京工

業大学、早稲田大学、東海大学その他多数の（主に電気・電子系）大学機関を巻きこんでの開発を模索している。

ここで素朴な疑問が生じる。慶應義塾大学のエクスペリメンタル・カーの開発の中心人物、既述清水氏がエリーカの開発を始めようとした際の動機である。（内燃機関を持つ）自動車の開発は無理だから、構造的にも簡易で、しかも彼らの研究領域と重複する（であろう）電気自動車の開発に取り掛かったというのである。

この問題はまた、モーター、電池、インバーター等電子・電気部品の開発過程においてイニシアチブをとると考えられる電機メーカーの自動車完成車産業への参入可能性である。東京アールアンドディー社社長の小野氏<sup>50)</sup>の言葉であるが、前出清水氏同様、構造的に簡単で部品点数も少ない電気自動車であれば、自前でも生産可能であるという。しかしながら、小野氏によると、こと安全性の視点（運転者・搭乗者保護）から、自動車メーカーゆえの膨大なノウハウがあり、それは一朝一夕では真似をすることは困難であるとの見解を示す。

既述のTesla Motors Inc.も、その設立者たちは元々IT関連の仕事に従事していて、自動車の専門家はいなかったというのが現実である。Tesla Roadsterの試乗インプレッションでは、おおむね好評である。とはいっても、モーター特有の出力・トルク特性にばかり目が行くためか、その他の要因に関する記述は全くといっても良いほどに少ない。

果たして、これまで技術的アイデンティティとしてきた内燃機関を失った（と世間の趨勢より仮定する）既存の自動車メーカーが、自動車に関しては「素人集団」ともいえる、スモール・ハンドレットと呼ばれる新興小企業や電気メーカーに優れる点は、既述小野氏の言う安全性に関するノウハウだけなのであろうか。

その構成部品の少なさと簡素さを理由に、電気自動車は安易に製造できるという認識が少なからず存在する。そのような認識が、当事者の自動車メーカー内にも見られる。HV車開発で後れを取っていたニッサンは社運を掛けてEV車「リーフ」を他社に先駆けて販売開始した。以下は、同社常務取締役兼デザ

イン本部長中村史郎氏<sup>51)</sup>の発言の引用である<sup>52)</sup>。

「電気自動車は、ガソリン自動車と比べると構成部品が少ないため小さな事業体でも簡単に作れてしまう。」

我々、自動車開発製造に関与しないものでさえ、更に上記引用は本職の自動車ジャーナリストの著書からの引用であるという点を勘案しても、上記発言の真意が測りかねる。自動車メーカー当事者からの発言であるため、我々素人の浅はかな知識で、全面的な否定はできないことは十分承知しているが、それにしては不可解な発言である。

そもそも、自動車の動きというものは、X軸・Y軸・Z軸と3軸のモーメントの下にある。その動作の複雑性は、航空機に次ぐものであるといっても過言ではないだろう。

これらの自動車のセッティングには、サスペンションやダンパーの硬さ、ホイールベース他3ディメンションの大きさ、車両重量とその重量配分、重心位置の高さや場所、カスター角、キャンバー角、トーイン（トーアウト）角、などとざっと思いつくだけでも、これほど多岐にわたる。

加えて、EV車のモーター配置の形式には、前出「エリーカ」、「SIM-LEI」で採用されたように車輪毎のホイールリム内に駆動用のモーターを装着した既述「インホイールモーター」という形式も技術として存在する<sup>53)</sup>。この方式をとった際には、一般に「バネ下重量」と呼ばれる、サスペンションより下部の重量が過大に増大する。そして、増大した「バネ下重量」は、巧みなサスペンションセッティングを行わなければ、その乗り心地に“悪い方”へ大きく影響を与える。ますます、「自動車素人」集団では、そのようなサスペンションを中心とした部分の繊細なセッティング作業は困難を極めると考えざるを得ない。

無論、「インホイールモーター式」を採用するメリットが無いわけではない、これまで一機のモーターで車両を走らすためには、より大きなモーターが必要となってきた。それが、インホイールモーターにすれば、エンジンルーム（この場合、モータールームと呼ぶべきかも知れないが）からモーターが各車輪へと移動するため、車輪毎により小型のモーターに搭載で済む分（敢えてこう表

現するが) エンジンスペースにはそれ相応の空きスペースができる。ということ、スペース的制限に比較的捉われずに、ボディ・デザインの自由度が増すというのである。さらに全輪のモーターが独立して回転するために、旋回時に生じる内輪と外輪の軌道に生じる距離差を調整するためのデファレンシャル・ギア<sup>54)</sup>を搭載する必要性もなくなる。但し、最大のデメリットは、メリットの裏返しとなるが(通常) 4 機のモーターとバッテリー間の、より以上に複雑な制御プログラムが不可欠となってくることである。

EV車は、その構成部品の少なさゆえに「小組織(例えば自動車に関しての素人であってさえも)」でも開発・製造が容易であるという考えへの疑問は残る。例えとして適切かは分からないが、レーシング・ドライバーはその卓越した運転技術と同時に、車体の開発・熟成面でも重要な役割を担う。1980年代を代表する名ドライバーのAlain ProstやAyrton Sennaは車体に挟み込むスペーサーが10mm\*1 枚であるのか、5mm\*2 枚であるかという場合の操作性の影響の違いが指摘でき、その上で好みのセットアップを行っていたという。

両者とも、歴史にその名を残す辣腕ドライバーであるが、自動車メーカー各社においても市販車のテスト及び開発ドライバーは、あらゆる条件設定の下によるテストを再三繰り返し、若干の挙動の変化に対応して微調整をくわえているのである。

果たして、電気・電子工学専門の「自動車素人」によって、これら開発業務が可能であるとは到底考え辛い。無論、現職のテスト・ドライバーをヘッドハンティングしてくるというのであれば別問題ではある。

加えて、既述ニッサンの中村氏のように、優秀な開発兼テストドライバーや広大なテストコースを自社所有する企業側の立場からすれば、もしかすると、電気自動車は短期開発生産が可能なのかもしれない。

果たして、既存車を基にEV化されたi-MiVE、プラグインステラ<sup>55)</sup>とは異なり、(HV車プリウス、インサイトとの市場での競合を意識したゆえの選択かは分かりかねるが、ごく一般的なセダンの) デザイン初め、プラットフォームから、新規開発された「リーフ」の設計開発過程が、それ程順調なものであっ

たのか、もしくは試行錯誤の連続であったのかは中村氏の発言により興味の対象ではあるが、「リーフ」の開発から販売迄に至るプロセスに関する検討は、更なる見識を踏まえた上で別稿に譲りたい。

次に、これは既存のHV車も抱えている問題点である。通常、乗用車は12vのバッテリーでエンジンをかける。しかしながら、初代プリウスはエンジンの始動に288vを要したという。更に、再三指摘しているように、メーカー自体も否定はしないが、航続距離の延長を考えるならば、より大容量の蓄電池が必要となる。これまで以上に電子製品化を志向しているのが昨今のEV車推進のための施策であろう。それだけの大型電流を装備するということは、すなわち、それ程に高い安全性が求められてくることはいうまでもない。とりわけ、衝突時における安全性の確保は重要となつてこよう。漏電はおろか、感電、最悪の事態は炎上ということも視野に入れての開発が必要となつてくると思われる。取分け厳しいとされる日米の対衝突安全性に適応可能のレベルにあるかが問題とされよう。

安全基準のクリアのために、果たして何台のプロトタイプがテストに具されるかは図りかねるが、既述新興ベンチャーが採算的に対応できるのかも不確定要素である。

また、漏電や感電の問題は、何も衝突時に限定されるわけではない。日常の利用時でさえ、場合によってはハーネス（配線コード）類からの漏電すら考慮が必要不可欠となる。

### 3. EV車普及へのインフラ整備及び緒要件

EV車が、一般的なものとして普及するか否かは、その環境基盤の整備に大きく左右されると思われる。

以下は、石川氏が東京大学新領域創成科学研究科教授の堀洋一氏とのインタビューにおける抜粋である。電気自動車信仰者の石川氏と、電気自動車の開発普及を職務とする対話であるため、非現実的な部分が数多く見られる。彼らを誹謗・中傷することが本稿の目的ではないが、研究者としての立場から電気自動車の

存在をどのように考えているかは覗えよう。

石川「電気自動車に長い航続距離は必要無いという主張をされていますね。」<sup>56)</sup>

堀 「今までの自動車メーカーの発想は、いつでも、どこでも誰でも使える車を作ることでした。一回給油すれば500km近く走り（中略）私たちの生活のうえでは一日に20kmくらい走ればいいし、（中略）現実的な基準で電気自動車を作れば、もっと簡単に普及（後略）。」<sup>57)</sup>

堀の指摘する20km/dayという数字が、日常生活上果たして妥当なものであるかの疑問は大に残る。しかし、20kmは大袈裟であるとしても、確かに求められる航続距離が短くなれば、搭載する電池も小型化され、車両も軽量になるであろう。加えて、電池搭載分の室内スペースの拡張にもつながる。ただし、堀の主張には、彼が想定している（であろう）消費者層が、その用途すら形として明確化されていない。ただ、モーターで動くだけの車でよいという設計思想が、目指そうとしている方向性が見えてこない。更には、揚げ足取りのような批判となってしまうが、そこまで頻回の充電を手間を感じる消費者はいないのであろうが。

その一方で「リーフ」の生産者側であるニッサンは、「町乗り車」としての日常移動にはEV車を使用し、旅行など長距離走行が必要な場合には、内燃エンジンのレンタカーを使用すればよいという考えのようである。その場合を想定して、ニッサンは自社によるレンタカーの準備も考慮している。

石川「つまり自動車だけはグローバルからローカルへという発想の方がいいわけですね。」<sup>58)</sup>

その意見も、世界の自動車メーカーの戦略的意向と反していると思える。つまり、石川はいわゆる「グローバル車（世界戦略車）」は不要と考えているようである。1998年のドイツDaimler Benz社とアメリカChrysler社との合併に



より設立されたDaimler Chrysler AGの例は（Chryslerの経営不振のためすでに解消されてはいるが）記憶に新しく、当時は世間を驚かす大ニュースであった。当該社の例を初めとして、各メーカー間で数多くの合併や提携が行われてきた。こうした動きの大きな一つの要因は、グローバル車の開発・生産であったことはいうまでもない。イギリス車だから、イタリア車だから、フランス車だから、故障して仕方ない、ドイツは夏場も涼しいからクーラーは不要だ、などの発想は過去のものである。無論、自動車として“機械”であることには間違いが無いため故障が皆無とはいえない。とはいうものの、各社自国内市場のみをターゲットとするのであればそれも許されようが、今日の「世界市場」に通用する車作りを各メーカー共に模索されているのである。

いわゆる車好きと呼ばれる人達の間で交わされる愛車に纏わる「故障自慢」、「壊れるから可愛い」的議論は、既に過去のものといえよう。

事例を指摘すれば枚挙に暇がない。スポーツカー・メーカーとして有名な独国Porsche社の高性能モデル911Turboのトランスミッションは、（独国の名門Getrag Corporate Group：ゲトラグ社とのコンペの結果であるが）日本のトヨタ系列アイシン精機によるものである。そしてこれは、日本国内企業同士の提携事例であるがマツダはトヨタとの提携関係を活かし、新型DemioのCVTシステム<sup>59)</sup>は、またこれもトヨタ系企業のアイシン精機によるものである。また、英国の電装品メーカーLucas<sup>60)</sup>社の低品質さもあり、これもトヨタの系列である「DENSO」を使用するメーカーも多い。また、伊国Alfa Romeo<sup>61)</sup>社のワイパーモーターにも「DENSO Italy」の文字がある。

身近な例を一つ紹介する。経営不振のニッサンが仏国Renault社と提携し（正確には子会社化であるが）、Renaultより（当時）COOとしてCarlos Ghosn<sup>62)</sup>（現CEO）氏が招かれた。「コスト・カッター（彼自身の表現でも、あくまで“コストダウン”ではなく、“コストカット”と表現した事実に、Ghosn氏の徹底的なコスト面への取組の強い意志が覗われる）」と異名を取るほどの、無駄の排除に努め、ニッサンの業績をV字カーブ的な回復基調に導いた<sup>63)</sup>。そのニッサンには、既に先代となった「三代目マーチ」という車種があ

る。そして、その最廉価版にはMT車が選択できる。AT車の比率がアメリカほど（95%強程ではないだろうか。また日本でのMT :AT比は80年代半ばに50/50であり、年月の経過と共にAT車の割合は高くなっていく）に高くなった今日の日本において、低価格かつ薄利であり、加えてその生産台数はごく小数になるであろうことが承知のMT仕様のマーチ用のトランスミッション・システムを新たに開発するのであるか。「コストカッター」Ghosn氏でなくとも、その様な意思決定の招く非経済性は明白である。そこで、ニッサン開発陣の取った手段はRenault製の既存の小型車用MT機構の流用であった。

これと逆の例も存在する、フランスはイタリアと並んで、その市場の90%をはるかに超える比率でMT車が占めている<sup>64)</sup>。そこで、Renaultでは、マーチのときとは逆に、ニッサン製のATを流用している。この様な提携の効果が表面化する以前には、「伊仏車のATは良く壊れる」というのが大方の見方であったが、我々からすればむしろ極めて当たり前のことでしかない。伊仏両国共にATの需要は市場全体の1割にも満たないのである。その1割未満に対して、果たしてどれだけの開発コストを割けるであろうか。自動車をめぐる競争環境が、世界レベルになった現在においては、「自国仕様車」では生き残れないことを認めたゆえの提携・合併、そして“壊れない”グローバル車の開発である<sup>65)</sup>。

事実、欧州メーカーの多くは、例え輸出先が同じEU諸国であっても、輸出先に応じてエンジン性能・三元触媒の有無など、国ごとに多かれ少なかれ詳細な仕様は異なっていた。この事は、排気ガスの規制が厳しいアメリカや日本に対しては顕著であった。但し、この様な趨勢も1985～1990年辺りを境に大きな転換期を迎え（燃料供給装置のキャブレターから電子制御燃料噴射への移行、三元触媒装着の義務付けなど）、各メーカーとも「世界市場車」を志向しているのが現実である。

石川等の主張は、これまでの世界市場という競争環境下における各自動車メーカーの戦略を全面的に否定しているかのようにも捕らえられる。各国、各地域向けに、各用途に応じたEV車を開発・供給するというのであろうか（彼らの言うローカル車両）。