

# 論文

# 高性能電気自動車 "Eliica" のデザイン開発

Design Development of High-Performance Electric Vehicle "Eliica"

江本 聞夫\*) Kikuo Emoto 清水 浩\*\*) Hiroshi Shimizu

#### 1. はじめに

近年、暑い夏が続いている。また様々な異常気象も報告されている。これらは「気候のゆらぎ」の範囲内であるとも言われているが、やはり地球温暖化の進行を感じずにはいられない。温暖化の主因である二酸化炭素排出のうち、自動車が占める割合は約20%に達しており、かつ、大気汚染物質の主な発生源も車によっている。このため、これまでの内燃機関自動車に代る自動車として、ハイブリッド車、燃料電池自動車、電池を電源とする電気自動車の普及に向けた取り組みが世界中でなされ

ている。

これらのうち、ハイブリッド車については、すでに製品 化がされ大量生産に至っている。これは内燃機関自動 車にモーターアシスト機能を取り付けることにより省エネ ルギー化を図ったものである。

燃料電池自動車は正確には燃料電池を電源とする 電気自動車と呼ぶべきであるが、2000年を境に開発の 大きなブームがあった。そのきっかけは1996年にダイム ラークライスラーがカナダのバラード社に資本参加した



図1 Eliica

ことによる。

一方で、二次電池を電源とする自動車がいわゆる電気自動車と呼ばれてきたが、これは古い歴史があるにもかかわらず普及に至っていない。しかし2000年に経済産業省の主導で行われたニューサンシャイン計画で、大型リチウムイオン電池の開発が成功し、電気自動車用として有望であることから、この電池を用いた車の可能性が再び大きくなった。

慶應義塾大学電気自動車研究室では、これらの自動車のうちリチウムイオン電池を電源とする電気自動車が、環境負荷の少なさと新しい特徴が付加可能であるとの理由から、きわめて将来性が高いと考えてきた。それを証明するために、KAZ(Keio Advanced Zeroemission Vehicle)(図2)と名付けた車を2001年に完成させた。この車の基本概念を踏襲し、より現実性を持たせた車として2004年Eliica(エリーカ)と名付けた車を開発した(図1)。

EliicaはElectric Lithium-Ion Battery Carの頭字 語であるが、これまでの電気自動車のイメージとは全く 異なる性能と機能を有することから、このようなネーミン グとした。

本文ではEliicaの開発コンセプトとそのデザイン開発 過程を中心に述べる。



図2 KAZ

#### 2. KAZ (Keio Advanced Zero-emission Vehicle)

2001年ジュネーヴショーで公開されたKAZは8輪の8 人乗り、全長6,700mm全幅1,950mmと、通常の乗用車よりもはるかに大きなボディとなっていた。この理由は、「電気自動車は小型でスピードは出ないし、航続距離も少ない」という一般的なイメージを払拭することであった。最高速度の目標は時速300km。電気自動車でも、内燃機関自動車に勝る性能を発揮できることをアピールするための分かりやすいポイントとなる。また開発当初の電気 自動車は高コストにならざるを得ない。であれば、高性能、高機能なリムジンタイプ乗用車でVIP専用車や公共車両への導入の可能性をアピールしたいと考えられたのである。

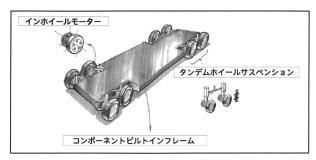


図3 集積台車

#### 3. 集積台車

KAZには「集積台車」と呼ばれる概念が採用された。 この概念は図3に示すように、(1)車輪の中にモーター を挿入するインホイールモーター、(2)床下に中空のフ レーム構造を用い、この中空空間に電池を始めとする 主要な部品を挿入するコンポーネントビルトインフレーム、 (3) 大径の車輪を小径の2つの車輪に分割し、これら 2つの車輪に地面からかかる力を分散する機構を備 えたタンデムホイールサスペンション、以上の3つの要 素から成り立っている。集積台車コンセプトを採用する ことによって、床上の全ての部分がフラットでレイアウト自 由な空間となり、そこには様々なボディを架装することが 出来る。また、コンポーネントビルトインフレームによって重 心が下がることは乗り心地と車体の安定性向上に効果 がある。さらに、タンデムホイールサスペンションによって、 悪路での乗り心地が向上し、かつ旋回時のタイヤのグ リップ力の向上にも大いに効果がある。

KAZは2001年ジュネーブショーの後、イタリア、ナルドのプロトティポ社テストコースにて最高速度テストを実施、時速311kmを記録し、その高性能を実証した。

#### 4. Eliicaの開発コンセプト

続いて2004年に電気自動車研究室が開発した EliicaはKAZにおいて性能を実証された8輪駆動と 集積台車コンセプトを踏襲し、ボディサイズは日本の路 上で扱い易い通常の乗用車サイズとすることを意図さ れた。車体が小さくなって軽量になることからより高性 能化が可能となる。内燃機関自動車を凌駕する高性 能をアピールすることによって電気自動車のイメージアップを図ることはKAZのコンセプトの継承発展である。具体的には、4人乗りセダンとしての居住性と時速400kmの最高速度を両立することが目標となった。そして将来的には少量生産化することによって、電気自動車普及の第一歩とすることが最終目標となっている。

#### 5. デザインコンセプト

非常に環境にやさしいクルマであることと、内燃機関自動車を凌ぐ動力性能を持つこと。既成概念では相反する要素を両立できるクルマ。このコンセプトを表現するために「ぶっとび環境派」というキーワードが掲げられた。この「ぶっとび」という言葉は、単に高い動力性能を謳っているだけではない。これまでのエコカーにありがちだった「控えめで大人しいデザイン」でなく、スタイリングにおいても新しい美しさや楽しさを訴求したいということ、またターゲットユーザー像として環境問題に熱心であるのみでなく、様々な分野で先端をリードしている人々に関心を持ってもらいたいという気持ちがこめられている。

## 6. エクステリア (外装) デザイン

最初にスタイリングイメージを探すことから始められる 通常商品のデザイン開発とは異なり、Eliicaにおいては 要求される性能が非常に高い事から、そのデザインの 根拠は機能性、特に空気力学性能に求めることとした。 時速400kmを実現するためには極限まで空気抵抗を 低減することが必要であり、またその超高速域において 最悪の場合、制御不能の状況を招きかねない空力的 な欠陥形状は絶対排除しなければならない。

エクステリアデザインのために採用されたデザインモチーフは「カタマランボート=双胴船」(図4)。そのメリットは、船体を細くして水の抵抗を減少させながら広い甲板が確保できることであり、Eliicaにおいては、左右それぞれの4輪ずつを覆って船体に見立て、その間に空力性能に優れる涙滴型のキャビンを挟むイメージである。

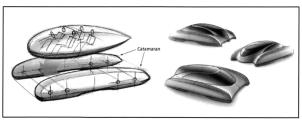


図4 デザインテーマ「カタマラン」

このアイディアは空力と居住空間の双方の要求を両立し、同時に次世代電気自動車の象徴になり得る特徴的な造形で「ぶっとび環境派」に相応しいものであった。

モチーフに沿ってスケールモデルを製作し風洞実験(図5)が行われた。形状を修正しては実験を繰り返し、空気抵抗の低減と、空力的に安定している形状を求めていった。あくまでも空力性能が向上する形を求めた後に、破綻のない造形表現にまとめるというプロセスである。実験中に達成したCD値(空気抵抗係数)は0.167、量産自動車の中でもっとも良いとされている値が0.25近辺であることを考慮すると非常に優秀な値である。完成したスケールモデルに忠実にフルサイズのモデルを製作、ディテールや部品のデザインを吟味した後、エクステリアデザインは完成した。

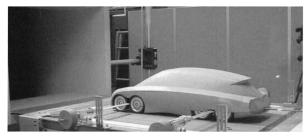


図5 スケールモデル風洞実験

#### 7. インテリアデザイン

デザインコンセプトである「ぶっとび環境派」には、「既 成概念では相反する要素を両立できる電気自動車 |と いうメッセージが込められているが、インテリアデザイン においては「シンプル・バット・マルチファンクション | つま りシンプルであることと多機能であることの両立がテー マとなった。設計自由度が高いことが電気自動車の長 所であり、さまざまな用途への対応が可能なことが集積 台車の特徴である。インテリアデザインにおいても、ひと つの限定された世界を提示するのではなく、シンプルな 外観を持っていながら、多機能に対応する操作系の提 案が電気自動車のインテリアデザインにふさわしいとの 判断である。最終的に選ばれた提案は、シンプルな造 形を基本としながら、そこに配置される部品を際立たせ るようなデザインとし、バージョンアップやカスタマイズが 可能なロングライフプロダクトを意図している。実際に実 現されたインテリアでは、ワンオフのプロトタイプという制 約から多機能な操作性は盛り込めてはいないが、自動

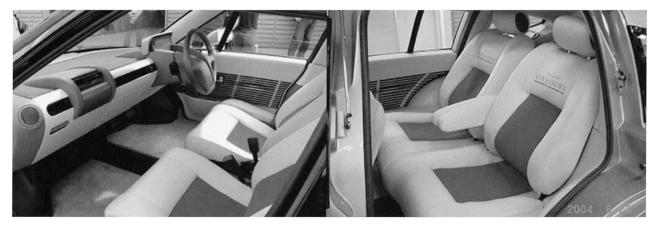


図6 Eliicaインテリア

車というよりも電気製品のようなシンプルで幾何学的な新しい造形感が提案されている(図 6)。

## 8. Eliicaの性能

Eliicaは仕様の異なる2台の試作車が製作された。 その諸元を表1に示す。

最高速度テストは記録挑戦車を用いて実施されたが、テスト直前に、実車での空力性能の確認と改良のためイタリア、ピニンファリナ社の実車風洞へ持ち込んだ。ピニンファリナ社はフェラーリの市販車のためのデザイン開発で有名だが、古くから空力開発にも重点をおいており、実車風洞実験設備を備えている。同社での実験で、ノーマル状態でのCD値は0.2、さらに若干の形状修正と空力付加物を施した後の最終テストではCD値0.19を記録した。前述の通り量産車ベスト値の0.25と比べるといかに優れた値であるかが理解できる。

最高速度テストは2004年3月、KAZの時と同様、イタ

Eliica 諸元	記録挑戦車	公道実験車
全長	5100mm	5100mm
全幅	1900mm	1900mm
全高	1360mm	1410mm
 定員	2名	4名
モーター最大出力	640kW	480kW
最高速度	370km/h	180km/h
0→100Km/h加速時間	4.1秒	4.5秒
0→160Km/h加速時間	7.0秒	8.6秒
一充電走行距離	180km	300km
充電時間(70%回復)	4分	30分

リア、プロトティポ社テストコースにおいて実施された。同 テストにおいてEliicaは元F1ドライバーの片山右京氏の ドライブで時速370kmを記録した。

#### 9. まとめ

Eliicaは「370km/hの最高速度と4人の乗員空間の両立」という特筆すべき性能を披露することに成功した。既存の量産自動車で最高速度300km/hを超えるハイパフォーマンスカーを見ると、乗車定員はその大きなエンジンのせいで2人に限定されている。

一方、集積台車コンセプトを採用したEliicaは内燃機関ハイパフォーマンスカーと同等以上の動力性能と、4人の乗員空間を獲得した。例えばフォルクスワーゲングループがその威信をかけて開発したブガッティ・ヴェイロンは最高速度400km/hを謳い、エンジン自動車100年の歴史と技術の集大成とも言える存在である。当然、膨大な開発予算がかけられているだろうし、その市販価格は1億6千万円と超弩級である。

一方、Eliicaはわずかな研究者が限られた予算で細々と続けてきた研究成果である。そのEliicaがブガッティと同等の動力性能を獲得したばかりか、空間効率においては遥かに優っているという事実は、電気自動車の可能性を十二分に証明しているのではないだろうか。また電気自動車は誰でも簡単に扱う事が出来るシンプルな技術、言い替えると、とてもフレンドリーな技術であるとも言えるだろう。

Eliicaは完成後、数多くのイベントに出典されてきた。 そのような会場でEliicaを取り囲んでいる人々の多くは 子供たちであり、「かっこいい!」という素直な歓声をあち こちから聞くことが出来た。これらはEliicaのデザイン的



図7 完成したEliica

な評価を端的に表している。またEliicaが多くの要人に よる試乗機会を獲得したこと、数多くの報道の機会を得 たことにも、デザインが果たした役割は小さくないだろう。

自動車デザイン専門誌からは、「流線型がもたらす郷愁と近未来感が融合した、魅力的なスタイリングを獲得している」(カースタイリングNo168、2005カースタイリング出版)との評価をもらっている。しかし、Eliicaデザインの功績はこれらの表面的なスタイリング評価では終わらない。その成果は、優れた空力性能と十分な居住空間を実現したことである。このスタイリングデザインが時速370kmと4人の乗員空間の両立をもたらしたのである。集積台車コンセプトとその上に構築されたデザインは、電気自動車の可能性と有用性を十分に表現したと言えるだろう。

#### 10. 電気自動車の可能性

自動車のガソリンから電気への変革について考えるとき、他分野での技術革新の例が参考になるだろう。例えばオーディオの世界では「レコード→CD→デジタルプレーヤー」という変遷があった。変化の度にユーザーの音楽との接し方は多様化し音楽はより身近なものとなっ

てきた。また近年、カメラの分野ではフィルムからデジタルへの大きな変化があった。デジタルカメラにはディスプレイが装備され、レンズが可動するものや非常にコンパクトな製品も登場してカメラの機能性を大きく広げた。さらには携帯電話に複合された製品も普及し、カメラの概念自体が大きく広がった。また撮影された写真は電子ファイルとなって、その扱い方のバリエーションが飛躍的に広がり、ユーザーにより身近なものとなった。

技術革新が起こるとき、単に新技術が旧技術に入れ 替わるだけでなく、その概念自体が大きく広がり、その 広がった部分がユーザーに新たな利益をもたらしてい ると言える。そういった観点から見ると、電気自動車は 内燃機関自動車の単なる代替品ではなく、自動車の概 念自体を大きく広げるポテンシャルを十分に備えている。

しかし、未だ普及に至らないのは、その新たなアドバンテージが明確にならず、「電気自動車は環境問題に対処するための代替品」との見方が大勢を占めているからであろう。

市販化当初の電気自動車が高価格になることは否めない。ユーザーがその差額分に投資出来得る新たな利益を提示するために、Eliica以降も、多様な提案がなされる事が期待される。