

電気自動車Eliicaプロジェクトについて

Bearing & Seal Technologies for Electric Vehicle Eliica Project

室谷周良 C. MUROTANI

In the industry-academy collaborative "Eliica" project to develop a high-performance electric vehicle, Koyo was responsible for developing and supplying bearings and seals for in-wheel motor drive systems. Koyo's supply of bearings and seals that can operate at the designed maximum vehicle speed of 400 km/h has contributed to the success of the "Eliica" project.

Key Words: electric automobile, environment, in-wheel motors lithium-ion battery, Tokyo Motor Show

1. はじめに

慶應義塾大学と環境問題に積極的に取り組んでいる企業38社が産学協同研究組織を結成して取り組んだ、新概念の電気自動車Eliicaプロジェクトの第一次プロトタイプの開発が2004年9月に所定の目的を達成して終了した。

2003年の第37回東京モーターショーへの出展、2004年10月のNHKテレビ放映などで話題を呼んだ本プロジェクトにおいて、当社はインホイールドライブシステムの軸受とシール技術の面で協力と製品の提供で参画したので紹介する。

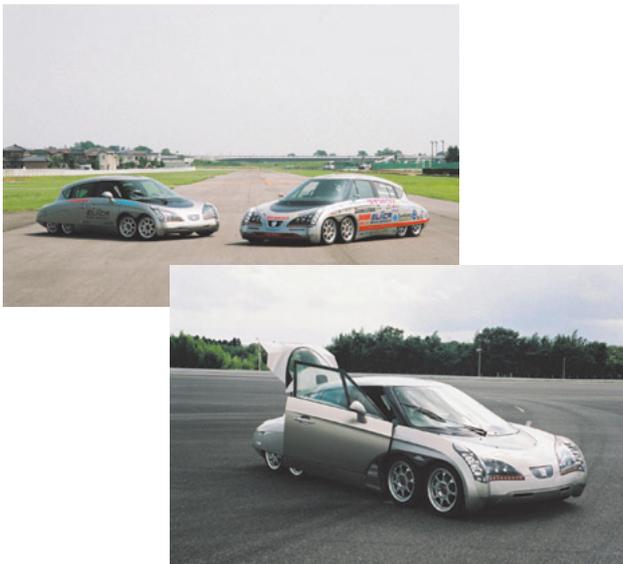


図1 Eliica第一次プロトタイプの外観¹⁾
Appearance of "Eliica" the first stage prototypes

2. Eliicaプロジェクトの概要

電気自動車の普及は環境問題などから社会的要請も極めて強いが、従来の内燃機関を動力とする車に比べて性能が著しく劣り、利用者が満足する水準の製品が開発されていないのが実情である。

先に慶應義塾大学が開発し当社が軸受・シール技術面で参画した8輪電気自動車KAZは改造車ではなく電気自動車の専用設計とし、性能向上に有効な最良の要素技術を適用し、性能と機能を高めるための電気自動車特有の車体構成技術が創案採用された。その結果、電気自動車の特徴である加速感の良さ、車室の広さや従来の内燃機関自動車と遜色ないコーナリング性能、悪路走行性能、ならびに十分満足できる一充電当りの走行距離などを達成することができた。

しかしながら電気自動車の普及は電気自動車が十分に安全かつ高性能で快適でなければ社会から受け入れられない。また社会に受け入れられるためには技術の確立のみならず量産の可能性を証明することで電気自動車の現実性を証明する必要がある。

Eliicaプロジェクトは上記の実現のため、長期構想として少量生産ながら社会で利用できる電気自動車の実現を目指し、第一次プロトタイプとしてはKAZで培ったリチウムイオン電池、インホイールモータ、コンポーネントビルトイン式フレーム、タンデムホイール式サスペンションなどの基盤技術を一般の乗用車に適用を試みることを目的とした。

インホイールモータ

車軸の中にモータ、減速歯車、ハブ軸受、ブレーキを組み込んだ駆動装置で、走行中の損失低減、車体構造の簡素化、利用可能空間の拡大が可能に

なる。

コンポーネントビルトイン式フレーム

床下の厚さ15cmの空間に中空で堅牢なフレーム構造を設置し、この中空空間に電池、インバータなどの主要部品を収納する。

これにより重心を低くすることができ、電池容器がフレームを兼ねるので車体の軽量化と床上空間を広く取ることを可能としている。

タンデムホイール式サスペンション

大径の1つのホイールを小径の2つの相前後するホイールに置き換え、これら2つのホイールのショックアブソーバ同士をオイルパイプで接続したサスペンション構造としている。

接地点の増加により路面グリップ力の増大と、ホイールを小径にすることで車室空間の拡大が計れ、路面からホイールに入力される衝撃をもう一方のホイールに分散することができるので乗り心地も向上する。

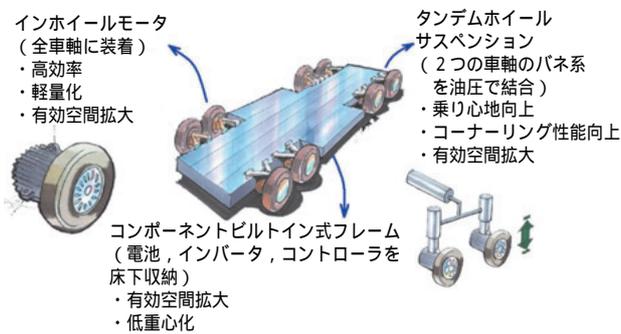


図2 Eliica基礎技術概念図

Basic technology concept of "Eliica"

また電気自動車の走行性能について世の中の認知を得るため、設計最高速度を400km/hに設定し、かつ乗用車として無理なく4名が乗車できる空間を確保した車体設計とし、将来の第二次プロトタイプとの連続性を持たせるために一般市街地で利用可能な要素、機能を満足させナンバー取得を視野に入れた開発が進められた。

ネーミングのEliicaとはElectric Lithium Ion Battery Carの略で、リチウムイオン電池を動力源とする「環境にやさしい」「安全」「高性能」な新概念の乗り物を表している。

環境にやさしい

- ・無排ガス
- ・無騒音
- ・エネルギー消費が石油で発電したとしても同様のガソリン車の1/3以下。

安全

- ・クラッシュプルゾーンが広く、衝突時の衝撃が車体に均等にかかる。
- ・旋回時の路面グリップ力が大きく、重心が低い。
- ・超高速に耐えられる堅牢な車体。

高性能

- ・最高速度75秒で400km/h(高速タイプ)
- ・高加速度 4秒で100km/h(高加速タイプ)
- ・長距離走行 一充電当り320km(高加速タイプ)

プロジェクトでは高速タイプ(1号車)と高加速タイプ(2号車)の2種類を開発し、2003年の第37回東京モーターショーでは慶応義塾大学がそのモックアップモデル、スケルトン台車モデルを出展することで広く世間に高性能電気自動車の存在とプロジェクトの進行について発表することができた。

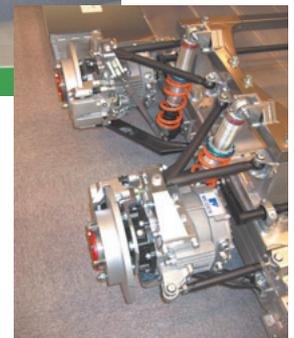


図3 東京モーターショー展示

Exhibition at Tokyo Motor Show

表1 Eliicaの第一次プロトタイプ仕様表²⁾
Specifications of Eliica the first stage prototypes

		1号車(高速タイプ)	2号車(高加速度タイプ)
寸法	全長, mm	5 100	
	全幅, mm	1 900	
	全高, mm	1 365	1 415
	ホイールベース, mm	2 900	
	トレッド前, mm	1 650	
	トレッド後, mm	1 580	
	最低地上高, mm	80	130
定員, 名		5	
車両重量, kg		2 400	
駆動方式		二次電池による電力駆動	
電池	型式	リチウムイオン	
	容量, kWh	31	55
	電圧, V	332	328
モータ	型式	永久磁石型同期式	
	最大トルク	100Nm × 8	
	最大出力	60kW × 8	
	最高回転速度, min ⁻¹	12 000	
	基底回転速度, min ⁻¹	5 730	
	インバータ型式	PWM式	
	寸法, mm	300(L) × 330(W) × 150(H)	
	重量, kg	17	
サスペンション	フロント	ブルロッド式ダブルウィッシュボーン	
	リア	ダブルウィッシュボーン	
ステアリング	電動パワーアシスト		
	1 / 2 / 4 軸操舵		
ブレーキ		回生制御付 8 輪ディスクブレーキ	
性能	設計最高速度, km/h	400	190
	設計最大加速度, G	0.4	0.8
	0 - 400m加速時間, s	15.3	11.3
	一充電走行距離, km	200	320
	充電時間(0 - 70%), min	4	30

3. インホイールモータの構造と 軸受シール技術

当社が軸受・シール技術を提供したインホイールモータはモータ、減速機構、ハブ軸受、ブレーキが一体化した駆動ユニットである。

軸受・シール周りの構造は基本的にKAZでの検討結果と使用実績を踏襲したが、高速タイプの1号車用については設計最高速度400km/h時に、プラネタリギヤが自転回転速度13 000min⁻¹、公転回転速度3 500min⁻¹となるため、その軸受はKAZの総ころ式の針状ころでは油浴潤滑での焼付き限界を超えていると判断し、当社の技術データに基き設計・製作したケージ&ローラ型の針状こ

ろ軸受を採用した。

また高加速度タイプの2号車用については、入力トルク増大による出力軸径アップに対応し出力軸用シールに軸径 25 × 外径 31の高密封極薄型シールを新設計・製作した。

さらに1号車、2号車とも減速機構のサンギヤ支持軸受は、小さい許容スペースで耐久性を確保するため当社独自の寿命向上熱処理を行なった玉軸受を選定・使用した。

ハブ軸受は駆動ユニットの構造上第一世代の複列アンギュラ玉軸受を選定し、パッキン付とすることで高剛性かつ十分な耐久性を有する設計とした。

またモータ軸受については当社でモータ用とし

て広く実績のある軽接触R Dシール付玉軸受とし、高速回転時のモータ発熱を考慮して耐熱性の高いグリースとシール材料を選定・使用した。

インホイールモータユニットは、組み立て後、車両搭載前にユニット単体でダイナモテスターによる台上試験にて、設計最高速400km/hを想定した負荷トルクにて回転速度12 000min⁻¹までの運転評価を実施した。

運転後の分解調査において、各軸受、シールとも異常な昇温、焼付き、摩耗などは認められず、当社の基本設計と軸受・シールの選定が妥当であることが確認された。

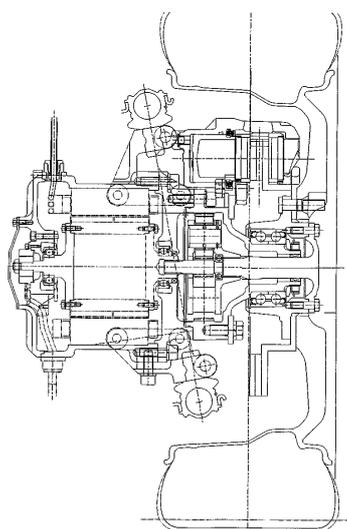


図4 インホイールモータ
In-wheel motor



図5 車に搭載されたインホイールモータ
In-wheel motor mounted on vehicle

その後、元F1ドライバー片山右京氏搭乗の国内テストコースでの走行試験、イタリアのナルドテストコースでの車速370km/hまでの走行試験においても軸受、シールに全く問題は発生せず、プロジェクトの成功を支える基盤技術を当社として提供できたと考えている。



図6 走行試験状況
Eliica during road testing

4. Eliicaプロジェクトの今後

Eliicaプロジェクトは今後、第二次プロトタイプとして数十台規模での少量生産と市場走行実績の蓄積を行なうことになっている。

当社では引き続き将来の新しい交通手段となり得るEliicaプロジェクトをはじめとする研究開発に参画することで社会的貢献を果たすとともに、環境対応技術の充実を計って行く予定である。

最後になりましたが、プロジェクトの遂行に当たってご指導、ご協力をいただきました慶應義塾大学 吉田博一教授殿、清水浩教授殿ならびに電気自動車研究室スタッフの方々、および協賛企業各社殿に対し厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 慶應義塾大学電気自動車研究室ホームページ(eliica.com)
- 2) 「Eliica」第37回東京モーターショー プレス資料

筆者



室谷周良*
C. MUROTANI

* 軸受事業本部 東部テクニカルセンター