

自動車パワートレインシステム電動化の 海外における動向

Global Trends for Electrification of Automotive Power-train Systems

ジョージ サイカリス

George Saikalis

ジョナサン ボルグ

Jonathan Borg

ディーバック ラマスワミー

Deepak Ramaswamy

山岡 士朗

Yamaoka Shiro

1. はじめに

地球温暖化の防止に向け、低炭素社会の実現や各種エネルギーの有効利用が世界的な緊急課題となっている。自動車分野では、特に日本、米国、欧州でCO₂排出規制の見直しが行われ、将来に向けたCO₂排出量削減のための技術開発が推進されている。

自動車のパワートレインシステムにおけるCO₂平均排出量の予測を図1に示す。従来は、小型化、燃焼制御改善などの先進技術を適用する対象は、内燃機関であった。新興国を中心とする内燃機関の爆発的な増加に伴い、厳しいCO₂排出基準を全世界的に満たすには、HEV (Hybrid Electric Vehicle：ハイブリッド車)、EV (Electric Vehicle：電気自動車)、FCV (Fuel Cell Vehicle：燃料電池車)の普及が不可欠である。EV、PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle：プラグインハイブリッド車)の場合、太陽光や原子力などのグリーンエネルギーによる電力で駆動することができ、CO₂排出量や石油依存度を大幅に減らすことができる。ただ、こうしたグリーンエネルギーを貯蔵するバッテリーの性能・コスト、EV充電用のインフラ向上に課題が残されている。このため、EV普及の主要課題は、先進技

1. Introduction

The world is in urgent need for the realization of a low-carbon society, for the prevention of global warming and effective utilization of various energies. In the automotive area, CO₂ emission regulations are being overhauled especially in Japan, USA and Europe, accelerating technology development to reduce CO₂ emissions for the future.

Fig.1 shows the projections for average automotive CO₂ emission levels in automotive power-train system. Traditionally, internal combustion engines (ICE) have been the subject of application of advanced technologies such as downsizing, and improvement of combustion control. As ICEs explode in growth, mainly in the developing countries, proliferation of hybrid electric vehicles (HEV), electric vehicles (EV) and fuel cell vehicles (FCV) is essential for achieving the tight CO₂ emission regulations in the world.

In case of EV and Plug-in HEV (PHEV), the vehicles can be driven by the electric power based on green energy such as solar photovoltaic power or nuclear electric power, drastically reducing the CO₂ emissions and the dependency on oil. However, there

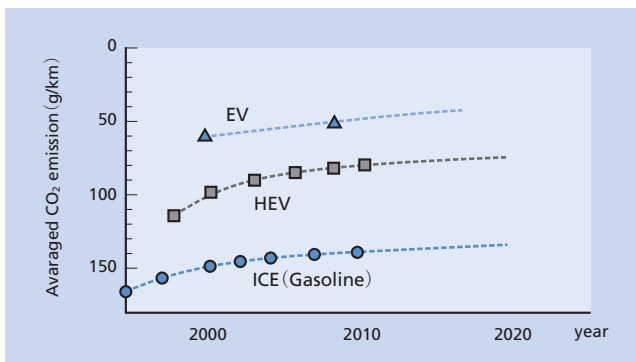


図1 | 平均的な自動車CO₂排出量の予測 (日立研究所調べ)

Fig.1 Projections for average automotive CO₂ emission levels (Survey by Hitachi Research Lab.)

術の開発に加え、国・地域の特性や戦略を考慮しながら、どのようにEVの普及シナリオを立案し、実行していくかにある。

2. 海外の動向と日立グループの研究開発

2.1 自動車分野のグローバルな研究活動の役割

自動車分野における日立グループの研究開発拠点は、日本のほか、米国、ドイツにある。そのミッションは、各地域の事業を支え、地域の特性・戦略に応じた研究開発を行い、日立グループのグローバル事業全体を支える基礎・応用技術基盤を構築することである。以下では、米国および欧州におけるEV関連の技術動向と活動、および現地の研究開発拠点から見た電動パワートレイン部品に対する期待について述べる。

2.2 北米の動向

米国の消費者が石油価格上昇による影響を受けやすくなったことで、グリーンテクノロジーに対する関心が高まっている(図2参照)。EVの環境面、コスト面のメリットは大きな魅力である。

自動車の完全電化の実現までには大きなハードルがあるが、その主なものは、1回の給油で数百マイルを走行することに慣れているドライバーにとって、航続距離に対する不安があることであろう。この不安を軽減するため、PHEV、REEV (Range-Extended Electric Vehicle) という、ピュアEVまでのつなぎとなる解決策が出されてきた。

一方、過去1世紀にわたり自動車産業を推進してきた通常のサプライチェーンと並行して、このグリーンテクノロジーを推し進めることは、必然的に、さまざまな方面の思惑が入り込むことになる。共同で低燃費基準を制定する米国EPA (Environmental Protection Agency)・CARB (California Air Resources Board) や、充電・計測に関するSAE (Society of Automotive Engineers)、IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers)、ACM

are challenges on the performance / cost of batteries for storage of such green energies and infrastructure improvement for EV electricity charging, so the key issue for EV propagation is how we develop and put into place the deployment scenario of EV considering national or regional characteristics and strategies, besides advanced technology development.

2. Trend and activities in Hitachi global R&D

2-1 Role of Global Automotive R&D

Besides Japan, Hitachi has laboratories in USA and Germany focused on Automotive R&D. Their missions are to support the local businesses, to do R&D corresponding to the regional characteristics / strategies, and to build the fundamental / applied technologies by supporting the company's global framework. The following are technical trends and activities regarding EV related issues for the US and the EU, and the expectation for electric power-train components as viewed from the perspectives of the local laboratories.

2-2 North America

As American consumers become increasingly vulnerable to rising oil prices and interested in green technology, the environmental and cost benefits of EVs offer some of the biggest attraction (see Fig.2). On the path towards achieving complete electrification of the automobiles, significant hurdles exist, chief among them: range anxiety among drivers who are accustomed to driving hundreds of miles on a single tank of gasoline. Towards alleviating the valid concerns of the public, solutions in the form of PHEV, Range-Extended Vehicle (REEV) are hitting the market that provide interim solution to fill in the gap towards full electrification (Pure EV).

Alongside the usual supply-chain that has been driving the century old auto-industry, push for this green technology has necessitated the inclusion of some unusual suspects: From

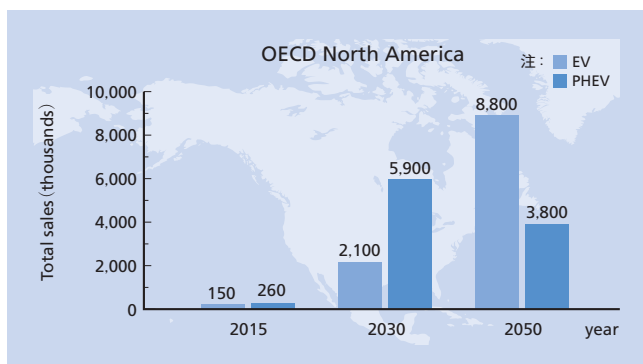


図2 | 北米のEV・PHEV売上高予測¹⁾

Fig.2 Projection of EV / PHEV sales in North America¹⁾



図3 | Hitachi Automotive Products Research Lab.

Fig.3 Hitachi Automotive Products Research Lab. in US

(Association for Computing Machinery) によるワーキンググループの規格、充電所・インフラを設置する地方自治体から車両の大量充電に備える公益事業会社に至るまで、電化を次のステップに導くための微妙かつ複雑な社会構造が形成されている。

米国デトロイトにあるAPL (Automotive Products Research Laboratory) は、EMC (Electro-Magnetic Compatibility) 試験からコンポーネントモデリング (インバータ、バッテリー) やCo-Simulationまで、さまざまな研究開発に従事している (図3参照)。米国では、よりグリーンな車両の購入に対し、政府から7,500~1万2,500ドルの奨励金が出されている。APLは、自動車の電動化に向けた日立グループの取り組みを、強く後押しする体制を整えている。

2-3 欧州の動向

欧州の自動車産業界でも、環境への影響や、化石燃料への依存を減らす必要があるとの認識は高まっている (図4参照)。過去10年間で、内燃機関小型化などの技術面での大幅な改良がなされ、ヨーロッパ人が大切にす「運転の楽しさ」という要素を損うことなく炭素排出量を減らしてきた。また、自動車業界における経済危機後、EUならびに各国家では、欧州におけるEVの開発・普及を進める奨励策が打ち出されている。

ロンドン市では、2015年までに、居住者が充電ステーションをロンドン中のあらゆる場所から1マイル以内で利用可能にするとしている。また原子力発電の比率が高く、特にEVが魅力的な環境にあるフランスでは、EV購入に補助金が出される (フランス以外でも同様の政策がとられている国は多い)。100年以上におよぶ自動車技術の先駆者としての誇り高きドイツでは、2020年までには国内のEV保有数を100万台超にするという目標を設定した。

EUレベルでは、グリーンな輸送システムの開発を後押しする10億ユーロ規模の「Green Cars Initiative (GCI)」という官民のパートナーシップ (PPP) も設定されている。

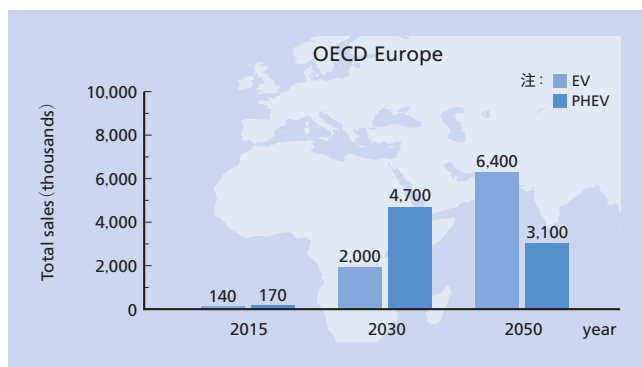


図4 | 欧州におけるEV・PHEV売上高予測¹⁾
Fig.4 Projection of EV / PHEV sales in Europe¹⁾

EPA/ CARB establishing combined fuel-economy standards, SAE/IEEE/ACM workgroups specifications for charging/metering, municipal/city/townships setting up charging ports/infrastructures to Public Utility companies preparing for mass charging of vehicles – a delicate yet intricate fabric of society has been woven to lead electrification onto the next step.

At Automotive Products Research Laboratory (APL), located in the Detroit area, we engage in diverse R&D activities ranging from EMC testing, to component modeling (inverter, battery) and Co-Simulation of same (See Fig.3). With federal and state government incentives ranging from \$7,500 to \$12,500 for the purchase of such greener vehicles in the US, APL is well positioned to strongly support Hitachi in its endeavors when the electrons hits the road.

2-3 Europe

In Europe, there is also a strong and increasing appreciation of the need to reduce the environmental impact and fossil fuel dependency in the automotive industry (See Fig.4). Over the past decade, the conventional ICE has undergone strong technological improvements, (such as engine downsizing), which reduced its carbon-footprint without deteriorating its fun-to-drive factor which Europeans hold close-to-heart. Following the economic crisis in the automotive industry, the European Union and various individual countries have set in place various initiatives to drive the development and deployment of EV across Europe. The City of London has promised that all locals will be within one mile of a charging station anywhere in London by 2015, and in France, where EV are particularly environmentally attractive due to the large proportion of nuclear power generation, one can get an attractive subsidy for buying an EV (and similarly in many other countries). Germany, which takes pride in being a pioneer of automotive technologies for over a hundred years, has made a



図5 | Hitachi Automotive R&D Lab.
Fig.5 Hitachi Automotive R&D Lab. in Germany

さらに注目すべきなのは、欧州全土、特に多くの小都市で、小型車の運転に慣れ親しんでいる人が多いことで、EVやPHEVが非常に適していると言える。

こうした背景から、欧州ではEVをはじめとするグリーンな自動車の普及が大きく進展すると期待されている。また、それは環境の持続性はもちろん、自動車産業界の雇用安定にもつながるとみられている。

ドイツ・ミュンヘンのADL (Automotive R&D Laboratory) では、NVH (Noise, Vibration, Harshness) や制御などの基礎技術を活用し、内燃機関や電気部品の小型化などへの貢献を通じて、欧州における日立グループの自動車事業を支援している(図5参照)。さらに、日立グループがヨーロッパでの電動輸送分野における事業拡大を進める中、ADLも鉄道およびエネルギーシステム分野における研究開発活動を活発化させている。

3. おわりに

CO₂削減が世界的に求められる中、自動車システムのパワートレイン電動化が進んでいるものの、その状況は各地域および戦略の特性に強く左右される。日立グループの研究開発部門は、グローバルな技術ネットワークと現地に根差した活動を通じ、低炭素社会を実現するための「パワートレイン」となる考えである。

参考文献

1. Electric and Plug-in Hybrid Vehicle road map, IEA, 2009
http://www.iea.org/papers/2009/EV_PHEV_brochure.pdf

goal of having more than 1 million EV on the roads by 2020. At commission level, the EU has also set in place the Green Cars Initiative (GCI) public-private partnership, which is a 1 billion euro push for the development of a greener transportation system. Furthermore, one must consider that many Europeans are already accustomed to driving very small and light vehicles particularly within the many small cities across Europe, for which the EV and PHEV are very well suited. Such a scenario is expected to bring about in Europe the mass proliferation of EV and greener vehicles, to ensure the environmental sustainability and job-security of the car industry in Europe.

At our Automotive R&D Laboratory (ADL), located in Munich (See Fig.5), we apply our fundamental technology (NVH, controls, etc) to support Hitachi's automotive business in Europe, particularly for downsized engines and other electrical components. ADL is also increasing its activities in the field of railway and energy systems, as the Hitachi group ramps up its efforts to expand its business in the field of electric transportation in Europe.

3. Summary

Although power-train electrification in automotive systems is making progress toward the global needs for CO₂ reduction, it is strongly dependent on the characteristics of each region and strategy. We Hitachi R&D are globally committed to become the “propulsion power-train” to achieve low-carbon society by our global technical network and local activities.

REFERENCE

1. Electric and Plug-in Hybrid Vehicle road map, IEA, 2009
http://www.iea.org/papers/2009/EV_PHEV_brochure.pdf

ABOUT THE AUTHORS



George Saikalis

Joined Hitachi America, Ltd. in 1990 and is currently Senior Director and Laboratory Manager of the Automotive Products Research Laboratory (APL) in Michigan. He holds a PhD degree in Electrical Engineering.



Jonathan Borg

Joined Hitachi Automotive Products Research Laboratory (APL) in Michigan, USA, in 2001, and moved to the Automotive R&D laboratory (ADL) in Munich, Germany in 2007. His background is in the field of combustion and engine control, and is currently engaged in gasoline direct injection systems. He holds a PhD degree in System Engineering.



Deepak Ramaswamy

Joined Hitachi Automotive Products Research Laboratory (APL) in 2002 to work on wireless technologies for navigation systems. He is current engaged in platform modeling for electric vehicles.



Shiro Yamaoka

Joined Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd. in Japan in 1999. He worked on advance engine powertrain control systems and components. He moved to the Automotive R&D laboratory (ADL) in Munich, Germany in 2009, and came back to Hitachi Research Laboratory in 2010, to develop electric powertrain systems for EV / HEV.