

EVF 主催 シンポジウム
検証、電気自動車の時代は来るか？
-次世代の自動車の動力源はどうあるべきか？-

開催日 : 2013年2月13日(水)
会場 : 東京 大井町 きゅりあん小ホール(品川区立総合区民会館)
主催 : 環境ベテランズファーム(EVF)
協賛 (公)自動車技術会 及び (公)自動車技術会 関東支部
基調講演 : 一般財団法人日本自動車研究所 所長 代表理事 小林敏雄氏
パネリスト :
マツダ株式会社 パワートレイン開発本部長 執行役員 人見光夫氏
トヨタ自動車株式会社 製品企画本部 常務理事 小木曾聡氏
日産自動車株式会社 執行役員 松村基宏氏
ホンダ技研工業株式会社 環境安全企画室室長 参与 篠原通雄氏
BMW グループジャパン エンジニアリング本部長 ルッツ・ロートハルト氏
株式会社日本エレクトライク 取締役/EVF 理事 千葉一雄氏
モデレータ :
国際モータージャーナリスト/一般財団法人日本自動車研究所客員研究員 清水和夫氏

【主催者挨拶】 NPO 法人環境ベテランズファーム 理事長 今泉良一



NPO 法人環境ベテランズファーム (EVF) は、中高年の技術者による環境やエネルギー問題に対する技術的支援を行うことを目的とし、2006年9月に設立された。今地球規模で直面している化石エネルギーの高騰や枯渇、CO₂による地球温暖化といった問題に対し、ハイブリッド(HV)、プラグインハイブリッド(PHV)、電気自動車(EV)、燃料電池車(FCV)、等々様々な次世代モビリティの開発が進んでいる。本日は各分野の専門の方々に参加頂き、今後の見通しと構想そして夢を語って頂き、活発な議論をお願いしたい。

【基調講演】 一般財団法人日本自動車研究所 所長 代表理事 小林敏雄氏

エネルギー白書によると、世界の総エネルギー消費は増大の一途をたどり、特にアジア大洋州の割合が激増している。国際エネルギー機関(IEA)によれば、2050年には次世代自動車が各種出揃い、PHV、EV、FCVの販売台数の割合が全世界のライト・デューティ・ビークルの80%以上を占めると試算されている。一方 JARI 開発の予測モデルでは、同時点で日本における乗用車の保有台数の約50%はガソリンエンジンが残ると見ている。次世代自動車には解決しな



くてはならない様々な課題があるが、畜エネルギー密度の低さがその一つとして挙げられる。例えば、現状のリチウムイオン電池の重量密度は、ガソリンの100分の1程度である。このため、近距離用と長距離用とで使用される動力源のすみ分けが進む可能性も考えられる。我が国では今年1月から超小型モビリティ（近距離用のコンピューターと想定される）に対する認定制度が施行された。このため、数年前から地方自治体と研究を進めてきた高齢者に優しいモビリティについて、公道における実証実験がし易い環境になったと考える。

昨年11月にアジア自動車研究所サミット（中国・韓国は不参加）を開催したが、インド等の新興国では廉価版EVが今にも普及しそうな気配がある一方で、EVの課題克服に時間を要し、二輪車の時代も長く続きそうだと意見もあった。

本日のパネルディスカッションでは様々な議論が取り交わされ、結論は出ないまでも現在のあたりにあるかという認識ができれば、と期待している。

【各社の取組みと考え方】

1) 『内燃機関の可能性』

マツダ株式会社 パワートレイン開発本部長 執行役員 人見光夫氏



内燃機関の効率向上は各種損出の改善活動であり、スカイアクティブ・ガソリンでは世界一の高圧縮比14.0で低燃費かつ高出力なエンジンを実現した。また、ディーゼルでは世界一の低圧縮比とし、2.2リッターでガソリン4リッター級に匹敵するトルク特性を実現したことにより、同等の加速力でありながらガソリンの約2倍のモード燃費を達成した。次のステップとしてリーン燃焼、一層の高圧縮比化により効率は現状よりも3-4割改善も可能で、今のハイブリッド並の燃費も可能と考えている。現状の発電ミックスを前提にすればCO₂の排出量もEV並みは可能と考える。また、2050年を見据えてもまだサクセスシナリオのある代替動力源はないと思われる。今後はガソリン代替（液体）燃料までを考慮した高効率内燃機関を開発していく。

2) 『HVのポテンシャルとPHVの可能性 等』

トヨタ自動車株式会社 製品企画本部 常務理事 小木曾聡氏

まだまだ中長期に渡って化石燃料に頼っていかねばいけないので、化石燃料を効率的に使う内燃機関の改良+HVが重要な役割を担う。またHVの技術はEV、PHV、FCVの要素技術を含むコア技術と位置づけられる。PHVは一日20km程度走行する日常ユースではEVとして走行しレジャーや遠出はHVで走ることを考え、それに適したエンジンやバッテリー容量を選択している。トヨタではPHVも燃費性能に優れるシリーズパラレル方式



HV を採用することで、燃料消費量はガソリン車に対して約 70%削減できる。昨年はグローバルで約 3 万台の PHV を販売した。一方 FCV は 500km 以上という航続距離の長さや約 3 分で燃料の水素を満充填できるといったユーザの使い勝手が良いので、各社 2015 年の市場投入を目指してしのぎを削っている状況にある。これら次世代モビリティの経済性を、販価 200 万円の HV、343 万円の EV(航続距離 300Km)、240 万円の PHV として 10 万 km 走行後の総コストを比較すると、ガソリン単価 150 円/L の場合 PHV と HV はほぼ同額になるが、EV はそれらに対して 80 万円ほど高い計算になる。従ってインセンティブを除いて考えると、現状では EV は近距離用のセカンドカーに向いている。

3) 『EV の魅力と創り出す未来』

日産自動車株式会社 執行役員 松村基宏氏



一人あたりの GDP が増えると人々の移動距離が増える関係があり、現状の人口推移と経済発展ペースを考慮すると、2030 年では非 OECD 諸国での車販売が OECD 諸国を上回る。その結果生じるエネルギー消費の増大や地球温暖化と言った問題を解決する必要があるが、様々なソースから製造可能な電気エネルギーは将来的に有望である。また、CO₂ 濃度 450ppm を実現するには、2050 年に 90%の削減(対 2000 年)が必要であり、究極のゴールはゼロ・エミッション車とクリーンエネルギーの製造である。EV の魅力は、エネルギー効率の高さや扱いやすさ、新しい乗り味といった車そのものの価値に加えエネルギーマネジメントによる電力系統安定化にも寄与する点にある。リーフのお客様満足度は大変高く、今後急速充電器が普及してくると航続距離の問題も解決されてくるものと思われる。今後非接触充電器の開発やモデルバリエーションの拡充を進め、益々魅力的な EV としていく。

4) 『ホンダの自動車環境技術』

ホンダ技研工業株式会社 環境安全企画室室長 参与 篠原通雄氏

ホンダの環境ビジョンは「自由な移動の喜びと豊かで持続可能な社会の実現」であり、「高効率商品」「イノベティブ商品」「革新的商品」の各ラインナップで現在対応しているが、将来的には CO₂ 排出量の少ない「革新的商品」にどんどんシフトしていく。そして 2020 年には 30%の CO₂ 排出量低減(対 2000 年)を目標としている。一方、2050 年には地球上の車は 20~24 億台になると試算されているが、今のような内燃機関主体のエネルギーミックスでは CO₂ 排出量が増え続けてしまう。これを低減するためには FC も EV



も PHV も内燃機関の改良も、ありとあらゆる技術開発を進めていかなければならない。今後の展望としては、今年フィットの EV と超小型 EV の実証実験を開始し 2015 年には日米欧で FCV の販売を開始することになっている。また現在埼玉県庁で水素システムの実証試験を進めており「良いものを、早く、安く、低炭素で」提供することを目指している。

5) 『BMW i と持続可能なモビリティ』

BMW グループジャパン エンジニアリング本部長 ルッツ・ロートハルト氏



電動化 (PHV、FCV などを含む) は以下 2 つの理由により必須である。まず、2030 年までに世界人口の 60%、2050 年には 70% が大都市圏に集中するため、その移動手段として持続可能なソリューションが必要であること。もう一つは 2020 年より施行される EU の CO₂ 規制対応である。BMW グループのビジョンは「個人の自由な移動手段としてプレミアムな製品及びサービスを提供するリーダーであること」であり「プレミアム」の新しい定義には「持続可能性」が含まれている。2011

年に新しいサブブランド『i』を発表したが、これは製品の 1 つが BMW i3 というアルミ製プラットフォームと CFRP 製の上屋からなるバッテリー駆動電気自動車 (+レンジエクステンダー) であり、100%再生可能エネルギーによる発電を前提にしますと CO₂ 排出量は現在の BMW 車で最も少ない 118d の 50% レベルに低減することができる。

6) 『今、車が変わりたがっている』

株式会社日本エレクトライク 取締役/EVF 理事 千葉一雄氏

日産自動車でスカイラインや電気自動車の開発に携わり、退職後は自動車業界を離れ自然と触れ合っていたが、再びクルマを作りたくなくなってベンチャーを始めた。それは、車が変わりたがっているのを感じたからであり、ベンチャー企業としては大手メーカーがやらないことにチャレンジすることにその存在意義があると考えている。現在三輪車改造の EV 開発を進めているが、構造的にアンダーステアが強い三輪車の後輪を 2 つのモーターで駆動することによりステア特性を自在にコントロールすることができる。この三輪車を使って小型 EV ユニットの実証試験を行い、小さい車専用の EV 用コンポーネントを安く作ってみんなに供給したいと考えている。例えば、4kWh のバッテリーパックを 10 万円で供給することを目標としているが、ライフ 1 回の使用ではなくリユースにより繰り返し使うことで実現できると考えている。



【パネルディスカッション】

モデレーター：清水和夫氏（国際モータージャーナリスト/一般財団法人日本自動車研究所客員研究員）



前半の基調講演で色々なピースが出そろったので、ここからはジグソーパズルのようにこれらを組み合わせ、未来が見えるようにしてみたい。ことによると未来はもっと混沌として見えないのかもしれないが…。議論を始める前に過去40年の歴史を振り返ってみると、1972年にマスキー法が施行されると日本メーカーはこの問題に取り組み、カリフォルニアに青い空を取り戻した。また80年代にオイルショックが起きるとエネルギー消費の削減に真剣に取り組み、様々な燃

費向上技術を開発してきた。環境問題は今始まったのではなく自動車会社がずっと取り組んできた課題であり、それは常に日本の自動車産業が対処療法的にリードしてきたが、これからは未来を予測して対応することが求められている。

パネルディスカッションは3つのピラー（柱）で進めたい。まず最初のピラーとしては「内燃機関はどこまで進化していくか」。そして二番目のピラーとしては「電気自動車の魅力をどのように育てていくか」。最後のピラーとして「新しいエネルギー」のあり方について皆さんと論議していきたい。

ピラー1 内燃機関の可能性

清水氏：ディーゼル比率は今後どうなるか？

人見氏：欧州ではディーゼル比率が5割を占めるが、日本では軽油価格が安い割に普及していない。CX5はディーゼルが好調でありこの傾向は今後も続くと思う。

清水氏：欧州メーカーに比べ日本メーカーはエコターボが少ないと思うが？

松村氏：ターボはMTとの相性が良いので欧州メーカーが積極的に採用している。日産ではエコスーパーチャージャーをノートに採用して好評である。

篠原氏：ホンダでも小型ターボの開発を進めていたが、北米の排気ガス規制に適合させるためには大排気量化が有利だったのでそちらに進んだ経緯がある。

小木曾氏：HVはエンジンの進化と合わせ技なので、実はクラウンのHVはエンジンそのもので相当燃費が改善されている。

トット氏：BMWはCO₂削減のためにターボを採用している。

清水氏：内燃機関の更なる改良の方向は？

人見氏：高圧縮とリーンバーン、その先はプラグなしのHCCIが最終ゴールだと思う。

清水氏：原油を効率よく使い切るためにはガソリン車とディーゼル車が適正な比率にあると良い。

人見氏：排気ガス規制対応という視点ではガソリンが圧倒的にやり易く、コスト的にも有利なの

で各国の規制状況に合わせた使い分けをしていくことになる。

篠原氏：ディーゼルは自然着火による燃焼のため、排気ガスをコントロールするパラメータが一つ不足している。

清水氏：エネルギーサイドのニーズからは、ガソリン車とディーゼル車の両方をバランスよく普及させていく必要があるが、それは車の大きさや要求特性、あるいは新興国のインセンティブ等、状況に応じ使い分けをして対応していくことになる。ガソリンは最終ゴールが見えているのに対しディーゼルの山の頂上は雲がかかっているように見えるが、いずれにしても内燃機関はまだ進化を続けるという認識では全員が一致している。

ピラー2 次世代モビリティ（HV、PHV、EV、FCV）について

小木曾氏：トヨタでは次世代のモビリティの基盤技術はHVにあるとしているが、これは日産がEVを起点としている点と大差はない。FCVはモーターやバッテリーが必要であり、この組み合わせ技術が重要である。

清水氏：最近のFCVは随分と進化してレスポンスも改善されているのを実感した。

千葉氏：FCVを効率よく使うためにはバッテリーをたくさん積む必要があるのではないかと。

篠原氏：FCVが出た頃の頃はバッテリーもキャパシタも不要だとされていた。ユーザビリティをどこに求めるか次第だが、ホンダでは車両運動性能のレスポンスを大切にしたいので燃料電池は内製化で進めている。



松村氏：最近の燃料電池はレスポンスも随分と改良され、問題はコストと燃料タンクである。

清水氏：長距離走行を考えると水素燃料電池車が大変有望だが、日本ではインフラを整えるに際し規制の壁が高い。ところで、マツダとBMWは水素を燃焼させる水素エンジンをやっていたが、もう止めたのか？

人見氏：水素エンジンに限らずEVもFCVも、マツダとしては将来のエネルギー政策が見えたところでそれに最適な解になるのであればいつでもやる用意がある。

トハルト氏：水素を使うことの課題は液体水素燃料タンクであり、それには新しい技術が必要。

清水氏：インホイールモーターの将来について、会場から質問を頂いているのですが。

小木曾氏：左右輪独立の制御ができるのでスポーツカーとか車のニーズと合うと魅力的であり、トヨタでも研究は進めている。

千葉氏：衝突時の破損と走行中の振動入力によるコイルのショートを懸念して、インホイールモーターは使っていない。

清水氏：1900年頃にインホイールモーターが研究されていた記録がある。将来実現可能な技術であることは間違いない。

松村氏：サスペンションの一部として各社開発を進めているので、可能性は充分にある。

清水氏：充電器（チャデモ）を含めEVをどのように育てていくか？

松村氏：電気の使用ピークを平準化したり夜間電力を有効活用したりといった自宅での活用に加え、出先で容易に充電できるようにインフラを整備すれば、EVのみならずPHVにとっても有効である。現在完成しているチャデモを普及させていくのに加え充電器側でコンボにも対応できるようにしていく必要がある。

清水氏：ノルウェーではアイミーブが売れているらしいが、インセンティブはユーザが買ったあとで享受できるようになっている。日本の場合はメーカーに対するインセンティブが厚いのは考え直すべきではないか。新技術に対して行政には何を期待するか。

篠原氏：CO₂削減は国単位の仕事であり行政のトップはそれなりに発言しているが、実際に許認可を取ろうとすると中々取れない。その結果何が起きるかという、楽な外国で実証試験をすることになってしまう。日本は新しい技術に対する警戒心が強すぎる。

清水氏：軽量化のためにカーボンファイバーの将来は？

ロートハルト氏：CFRPは自動車にとって最良のマテリアルだと思うし将来性は非常に大きい。材料そのものもコストよりプロセスにかかるコストが大きいので将来に期待している。

ピラー3 エネルギーの多様化

人見氏：将来内燃機関で高温燃焼が実現されると何でも燃やせるようになる。その時に備え、再生可能な液体燃料の開発を国レベルで進めて欲しい。例えば光合成でできる藻、とか。

篠原氏：植物の力を借りて再生可能エネルギー作るとなると、人口増加に伴う食糧問題との兼ね合いがある。その意味でテクノロジーの力（人工光合成等）でこれを進めるのは良いが大変な時間がかかりそう。

清水氏：2050年に人口90億人というのを考えると、脱石油・脱バイオを進めなければならない。

篠原氏：シェールオイルのおかげで石油枯渇議論がトーンダウンした。新興国で安いモビリティが増え続けることになると、益々内燃機関の効率向上が重要になってくる。

松村氏：資源の観点からは少し延命したかもしれないが、シェールガスにせよオイルにせよ、燃やせばCO₂は出るのでこの問題は解決しなければならない。

小木曾氏：新興国はいつまでも新興国ではないので、次世代モビリティはグローバルレベルでどんどん普及させていかなければならない。



パネラーから最後にひとことずつ

千葉氏：新しい産業としてEVは何を担うべきか、たくさん作って投資回収するビジネスモデルから脱却するところにベンチャーの価値がある。

ロートハルト氏：100年近く内燃機関はモビリティにとって最良であった。これから将来はどうか解らないのでエンジニアとして益々面白い時代に突入した。

篠原氏：自動車産業にはまだまだ課題がたくさんあるので、若い人にぜひ入ってきて一緒に解決して欲しい。

松村氏：バッテリーは家庭用パワーソースとしてリユースできたり、燃料タンクとは違ってパワートレインに近い機能を持っている。EVはそうした面でも高いポテンシャルを秘めているので今後とも温かい目で見守って欲しい。

小木曾氏：100年前から電気・蒸気・ガソリン・ハイブリッドがあった。将来は何かという答えはこれからなので、自動車産業を上げて環境問題に取り組んで行きたい。

人見氏：現時点では電気自動車で即問題解決とはいかない。内燃機関の役割もまだまだ大きいので、これからも改良に取り組んでいきたい。

モデレータまとめ

未来のモビリティ社会がどうなっていくか、本命は何なのか、未だ解が見えていない状況下でトヨタ・日産・ホンダの大メーカーはあるとあらゆることに取り組んで行かねばならない。そして今後益々人口の都市集中が進む結果としてエネルギー問題や環境問題が深刻となり、日本では高齢者に優しい車も待ち望まれている。そのような中、モビリティは移動することに価値があり多くの人にとって大切なライフラインでもある。

持続可能な未来のために今何をしなければならないか、その課題は明らかになった。一方技術の本命はというと、それはどういう社会になりたいかによって変わってくるので、今後更に多くの人とのディスカッションを通じて明らかにしていきたい。本日は多岐にわたり、また一部深い議論ができたので参加頂いた皆さんに感謝したい。今後のモビリティはどうあるべきか、全体像はまだ見えていないのでこれからもこのような機会を通じて探っていきたい。

【閉会挨拶】 シンポジウム実行委員長 渡邊 衡三

ご参集並びにご出席頂いた皆様、及びシンポジウムに協賛して頂いた自動車技術会・新現役ネットの諸団体に感謝申し上げたい。第一次オイルショックの際にヤマニ石油相は「石器時代は石がなくなったから終わったのではない」と言われた。今回のシンポジウムを通して我々は今どの時代にいるのか、そして持続可能な未来とするために何をしなければならないのか、皆さんと一緒に考えることができたと思う。今後共我々の活動にご支援、ご協力をお願いしたい。

