

(第 119 回) 神奈川研究会議事メモ

開催日	2021 年 7 月 13 日 (火)	出席者 敬称略	坂下勲・西村二郎・山崎博・松村眞・ 大谷宏・持田憲秋・猪股勲・宮本公明 飯塚弘・神田稔久
時間	15:00~17:40		
場所	TV 会議方式		
資料	脱炭素化と自動車産業—自動車 EV 化について (大谷)		
議題	<p>1. 技術課題 脱炭素化と自動車産業—自動車 EV 化について (大谷) “日本のメーカーは BEV 化に遅れているのか?”</p> <p>課題の概要 近年、自動車の EV 化 (電動化) が世界的にブーム化している。しかしながら、自動車の EV 化を脱炭素の視点のみから評価するのは、明らかに、間違いである。世界的に自動車産業は、百年に一度の大変革期に突入しており、EV 化は重要な要素であることには間違いないが、ベンツ会長チエッチェ氏の指摘する自動車未来像 CASE (Connected, Autonomous, Shared & services, Electric) の中の一部分にすぎない。即ち、世界の自動車産業は、従来とは異なる自動車を使った新たなモビリティ文化の創造を求められており、又、その為に必要な自動車産業構造の変革が求められているのである。プレゼンテーション中では新興の、革新的 BEV 企業としてテスラ社のことを詳しく説明したが、テスラ社は単なる EV 製造—カーとして捉えるきではなく、CASE の概念を体現しようとしている電気自動車メーカーとして捉えるべきであろう。しかも、今後、Apple, フォックスコン等、従来は自動車産業界とは無縁だった企業軍が自動車産業界に殴り込みを掛けて来る可能性は強く、10 年後の世界の自動車産業界の構造がどうなっているかを正確に予測することは難しい。</p> <p>只、EV 化が世界的にブーム化しているとは言え、現在の BEV 車の全自動車販売台数に占める比率は 5% 程度に過ぎず、真の EV 化競争は未だ始まったばかりなのである。今後、更に BEV 車販売が急拡大して行く為にはリチウムイオン電池の品質改良が必要である。エネルギー密度、航続距離、充電時間、安全性面での大幅な技術的改善が求められる。又、Li や Co 等の資源の安定確保も必要である。</p> <p>日本では、BEV 化の動きが緩慢、特にトヨタ自動車は BEV 化に慎重に過ぎると心配する声がある。しかし、私見ではあるが、百戦錬磨で幾多の困難乗り切ってきたトヨタである。それ程心配する必要は無いであろう。トヨタは慎重な会社であるが、必要な時には従来の言動には捉われない大胆な決断の出来る会社である。</p> <p>但し、現在、世界の 30% の自動車を生産し国内で 550 万人雇用機会を創出し、外貨 15 兆円を稼ぎ出す現行の日本の自動車産業界が今後とも今の状態のままで維持出来るかという、それは「甚だ難しい」と言わざるを得ないであろう。</p> <p>発表者の追加コメント</p> <p>私のプレゼンテーションの中では触れなかったが、飯塚さんのご指摘の通り、MaaS (Mobility as a Service) も又、大変革時代の自動車産業界を考える上での重要なキーワードである。自動車から “Fun to Drive” という要素が完全に無くなってしまう事は無いにしても、自動車のモビリティという機能がシームレスに他の交通手段と融合して変化して行こうとしている現行の流れは、車の EV 化を伴いながら、加速度的に推進されて行くようになると思われる。</p>		

自動車のEV化は、元々は脱炭素化のための方策として始められた筈なのに、EUの35年以降のHV車を含むガソリンエンジン車販売禁止令や国境炭素税創設の例に見られる様に、単なる環境改善の意図を超えて、電源の脱炭素化に遅れを取っている日本を追い落とすための自動車EV化振興政策として提唱されているのだと思われる。今後、電力、石油、ガス、石炭産業はもとより、鉄鋼、化学から流通に至る殆どあらゆる産業が、脱炭素化時代の大きな変革要求の渦の中に巻き込まれていこうとしている中で、自動車産業のEV化は、その先頭を切って実施されているのだと言えよう。

参加者のコメント

[飯塚]

■2年前の5月に地元の東芝機械(現芝浦機械)のソリューションフェアで野辺継男氏の講演を聞きました。もう大半を忘れましたが、モビリティ新時代による新たな市場創造と産業構造の変革の話でした。その中で、取り上げられたのは「CASE」と「Maas」でした。私にとっては衝撃的な内容でしたので私見も含めて以下概説します。新時代ではクルマは、スマホと同じくIoTの端末です。全てのモノがインターネットに繋がりと、それらの情報はクラウドでAIにより解析・判断され、行動として現実世界にフィードバックされる、そういうサイバー空間が出現するデジタル社会が実現されます。2050年には世界の人口の70%が特定のメガシティに集中、交通手段の提供や渋滞緩和、ラストワンマイル(公共交通手段を降りてから目的地までの移動)への対応、環境問題への対応など、都市化対策として、自動車メーカーはMaaS(Mobility as a Service)への取り組みの強化し、その手段がCASE、すなわちC:コネクティビティ(接続性)、A:オートノマス(自動運転)、S:シェアード(共有)、E:エレクトリック(電動化)の4つが揃うことです。これによりトヨタはメーカーではなくモビリティ・プロバイダーになり、最大の競合企業がグーグル、アップルなどのIT企業になります。現在世界では12億台の車両が所有され、その稼働率は4%(1日1時間稼働)と低く、年間走行距離は1万km程度で廃車まで平均13年ほど市場に存在します。ちなみに私の車の年間走行距離は5千kmです。都会ではクルマの所有の必要性は低く、駐車場代も高く、シェア(共有)するクルマの市場は今後急速な増大が予想されます。シェア(共有)するクルマはモビリティサービス事業者が所有し、人・モノだけでなく、場合によってはEVとして電気エネルギーも運び、主に都会のラストワンマイルに利用されます。稼働率50%とし、1日120km走行、3年間で13万km走行した(所有する車両と同じ)後、リプレイスされます。走行1km当たりの料金を100円とすると、3年間で約650万円の売り上げが期待できます。メーカーがディーラーに卸す価格は平均的なクルマで約250万円、差額が完全自動運転化のコスト、電気代、メンテナンス料、保険代、利益となり、このシェア(共有)するクルマが毎年1億台リプレイスされるとすると、現在の自動車の市場と同じ規模となります。このシェア(共有)するクルマは、走行距離が短いとため電池の容量が少なく済み安価で大量生産の小型車両になり、一方トヨタが以前宣伝した「FUN TO DRIVE」は所有される車で中型市場になります。私はクルマがないと不便な田舎に住んでいますが、新型コロナワクチン接種の為の無料のタクシー券、あるいは65歳以上の高齢者に配布されるタクシー・バスの無料乗車券が配布されました。道路を隔てた向かい側にタクシー会社があるにも拘わらず、利用していません。利用するのが面倒だからです。便利だったらクルマを所有しなくてもよいという気持ちです。

■CASEは自動車メーカーをハードとソフトと2つのメーカーに分けます。トヨタは勿論ハードもソフトも狙っています。IT企業にはハードはどちらでもよく、スマホと同じ委託生産でも構いません。従来の自動車産業の利幅は小さく、沢山売れる小型車ほど利幅が少なく、他の業種から自動車産業への参入は好まれません。パナソニックもテスラと協業しましたが儲かったという話は聞きません。ソニーもかつては二次電池

を自動車会社に販売する話が出ましたが、利幅の少なさのためか参入しませんでした。現在もEVのコンセプトカーを発表していますが、参入する気持ちがあるのでしょうか。自動車の基本部分である「車台」と呼ばれるプラットフォームを共有すれば、異なるデザインの車が沢山できます。自動車もファブレスとファウンドリに別れるのか。ファブレスはコンピュータ、家電では当たり前ですが、市場でのクレームを直ぐ生産現場にフィードバックする体制、日々の改善活動、ティア1、ティア2等の関連会社との協力体制など、トヨタが長い間で作り上げた生産方式に相当する体制をファブレスメーカーができるのでしょうか。ファブレスメーカーもそんなことを考えていなく、多分既存の自動車メーカーにハードは委託すると思います。既存の自動車メーカーはファウンドリメーカーに甘んじますか、そうは簡単にならないと思います。クルマがIoTの一つになると、IoTは一般的にはサイバー攻撃を受けやすく、外部から自動運転を操作されかねません。自動運転を実現するにはクラウドコンピュータだけではいざという場合の衝突などには速度的に対応できず、エッジコンピュータがクルマに搭載されます。このエッジコンピュータがサイバーセキュリティーを担うことになります。クルマメーカーの果たす役割は広大で、メーカーの合従連衡は避けられないと思います。

■私の家では昨年蓄電池を導入しました。太陽電池のFITが終了したためです。11kWhで税込み150万円余りと高額でした。中国製電池も松竹梅あるようで、安全性の面できちんと品質を確保している二次電池はそれ相応の値段になるようです。安全性に不安の残る電池は使いたくないし、個々の電池にバラツキがあると、組電池にしたときの信頼性に欠けます。二次電池はそのエネルギー密度がガソリンに比し1/10程度と小さく、液体燃料を求める声は大きいです。トウモロコシなどの穀物から作られるバイオエタノールもブラジル、北米などで使われていますが、食料製造とバッティングする、精製過程で蒸留に化石燃料を使うなどの問題が指摘されています。日本が得意な微細藻類を使ったバイオ燃料もあります。二次電池に拘らずカーボンニュートラルな燃料も視野に入れるべきです。その中にはFCVに使われる水素、あるいは水素とCO₂から作られる合成燃料「e-fuel」があります。また、アンモニアもその候補の一つです。日本の自動車技術の優位性を維持するためにも、欧州の自動車メーカーも検討している液体燃料の可能性は捨てることはできません。トヨタの言う全方位です。

(神田)

お話を聴きながら、これは自動車ではない、他動車であると強く思いました。Fun to Driveは死語となり、運転を楽しむ時代は終わり、車は単なるパーツ化して行くように感じます。

ただその中で奇異な感じを受けるのは、CASEのElectricがイコールEVとされていることです。自動車の未来像としてのCASEに疑問はありませんが(個人の感情としては受け入れがたいものがありますが)、Eは繋がるのであれば良いはずで、EVだけでなく、HVでも良く、極論すればガソリン車でも構わないはずです。車の選択に関しては、冷静に環境影響評価やLCA(Life Cycle Assessment)等をすべきだと思います。

また、テスラ社の技術については、漠然と、革命的で新機軸一杯、特許てんこ盛りとと思っていました。ところが、実際は、技術は単純で応用や組み合わせが中心と言う、極めて着実な戦略であると感じました。この方法は、特許で巨費を投ずるよりもはるかに効率的であろうと思いました。

この方法は、テスラ社のCEOのマスク氏がインタビューで、「基本原理からのアプローチが必要であり、基本的な真理を見つけ、そこから考え直さなければいけない。」と発言していることに関係していると考えられます。基本に戻ること、simpleなものになっているのではないのでしょうか？

(宮本)

テスラがどんどん伸ばしているというのは、いかにもアメリカらしい話です。目先が利くリーダーとそんな人に投資を賭けることをいとわない金持ちが居ての話です。自動車の自動運転については、在米中の2008年に、産学連携でよく訪問していた州立クレムソン大学がICAR(International Center for Automotive Research)という研究所をワシントンとアトランタを結ぶ高速道路沿いに設立し、車の安全性、自動運転、動力、人—車関係などの研究をはじめています。自動車メーカーでは、ビッグ3、BMW、トヨタ、本田、フィアット、タイヤメーカーはミシュラン、ブリヂストン、あと日本製鉄、NEC、AT&Tと電気・制御関係のアメリカのベンチャーの多数がパートナーになっています。資金源は軍、NSF、サウスカロライナ州なども加わっています。非常に大きなキャンパスでお金のかけ方は半端ないと思います。当時の日本では、そのような先端研究をやっているところはなく企業任せでもまだこれからハイブリッド化という時代でしたね。

日本の企業もアメリカのほうのいろいろやりやすいので、思わぬところで大学の研究所に入り込んでいます。サウスカロライナ州には日本の東海村に相当する原子力研究所がありますが、その水素技術を知りたくて、小学校から始まる履歴書と現地法人の社長と州議会議員の推薦状を持って見学に行ったことがあります。原子炉で亜硫酸を加熱して水素を発生させる研究をしている人たちと一緒に研究室を構えていたのがトヨタの人たちだったのには驚きました。まったく横綱相撲だと感じたのを覚えています。

これからの車社会を支える産業をしてはEVとFCVは外せないと考えたと二次電池、燃料電池のさらなる進化とそれを世界標準にさせる国際的な動きが必要だと思えます。どちらも、触媒の発見が鍵ではないかと思えます。

(持田典秋)

車のEV化は、確かに脱炭素だけの問題ではありませんね。車そのものの歴史を根底からひっくり返しかねない、ある種の大改革だと思います。この変化により、社会そのもののあり方すら、変わっていくであろうと思われれます。自分でも世の中どのように変化してゆくのか、その行く末を見たい気持ちはありますが、到底かなわないです。

中国で石炭火力が増設されていると聞きます。石炭火力で発電し、EVを走らせるのはどうでしょうか。

個人的には、免許書き換え時期が来たので、更新を止め車も処分しました。年齢的にも、渋谷の事故を筆頭とする高齢者の事故が、頻繁に報道されていることにも、大きく影響されています。あまり上手な運転手でもなかったし。

これで車とはお別れです。

車は、買い物とゴルフくらいしか使っていませんでしたから、運転を止めても、公共交通機関は何かあるし、買い物は最近ネットでかなり便利に使えるので、さほど不自由はしていません。

(松村)

- ① 大谷さんの発表は調査が緻密で内容が豊富、しかもプレゼンは要点がわかり易く、感心しながら拝聴していました。表現力はやはりプロのコンサルですね。
- ② 数か月前に友人が新車で我が家にきました。日産の「e-Power」でした。駆動はモーターだけで、ガソリンエンジンはバッテリーの充電専用でした。発電機つきの電気自動車ともいえるでしょう。エンジンが発電専用なので、回転数は効率最大

の一定水準だけでした。バッテリー容量の過不足に応じたオン・オフ制御です。車両価格は250万円程度と言っていました。バッテリーの容量は、調べてみるとプリウス並みの2kWh程度ようです。リチウムイオン電池の現在の価格はkWhあたり15~20万円ですから、30kWh必要と言われるBEVの1割以下です。この容量なら車両価格を抑えられるでしょう。

③ リチウムイオン電池の価格から、トヨタがBEVの市場を軽自動車以下の小型車に想定しているのは納得できます。一方、EUはHVも電気自動車(EV)として認めないということなので、リチウムイオン電池の価格と供給能力をどう見ているのか気になります。

④ 参考に「リチウム資源の供給と自動車用需要の動向」と「二次電池用リチウム資源の需要と供給」を添付します。5年前はリチウムのリサイクルの見通しがなかったのですが、現状は調べていません。

(小林浩之)

脱炭素も車も社会という、より広い視野、角度から見ると思う

- 私は2030年ころ、脱炭素の目標が未達で日本で路頭に迷っている姿を危惧している。
- 日本のメーカーはB-EV化に遅れてはいない。遅れているのはいつもそうだが、そのポジショニングである。
- 今の社会では正義は変化する。絶対の正義はない。例えばEUのISOのような画一的思考は時代遅れであろうし、第2、第3のトランプが出てこないとは言えない。
- 自動車産業は国が支えるような重い産業であり、軽薄を旨とするITのそれとは違う、また生産技術は競争力を維持するために必要で、ウエイトが低くなっただけであり、アップルは出てくるだろうが、メジャーになるとは思えない。
- 政府はさぼっている。もっとダイナミックな構想を作れ。例えばCASEを基盤として、新自家用車システムというような仕組み、BEVを生産するためのサプライチェーンの構築など。一企業の定義でできるような問題ではない。

高度成長を支えた官僚はどこにいったか。昨今の接待問題、コロナにたいする対応などをみていると 自らの信念に対してもっと図太くなってほしい。SCE・Netも似ている。もっと図太く前を歩け、若い人のやった仕事をフォローするだけになっている気がする。

(西村二郎)

* 一口に温暖化対策といっても、項目は多岐に亘りフォローするのは大変である。こういう形で御紹介頂けるのは大変有難い。

* 脱炭素の方策として、電化可能なものは電化し、発電所を脱炭素にするという考え方がある。しかし、現実には中国は石炭火力を増設している(上述の持田さん)日本の電力会社(とくにベンチャー)も現在は化石燃料由来の水素やアンモニアに群がっている。将来は化石燃料依存をなくすと言っているが、当てにならない。

* テスラのEVは何故安いのだろうか？

* 超小型EV(中国製50万円、出光150万円:要値下げ)は売れるのでは？

* トヨタが力を入れている固体電解質利用のLiイオン電池の到達レベルが気になる。トヨタが技術開発に成功すれば、高レベルの垂直統合となる。

*Li の価格は将来、高騰するのではないかな？

*各方式の CO2 の生涯全排出量（自動車製造時に排出される CO2 を含む）が気になる。

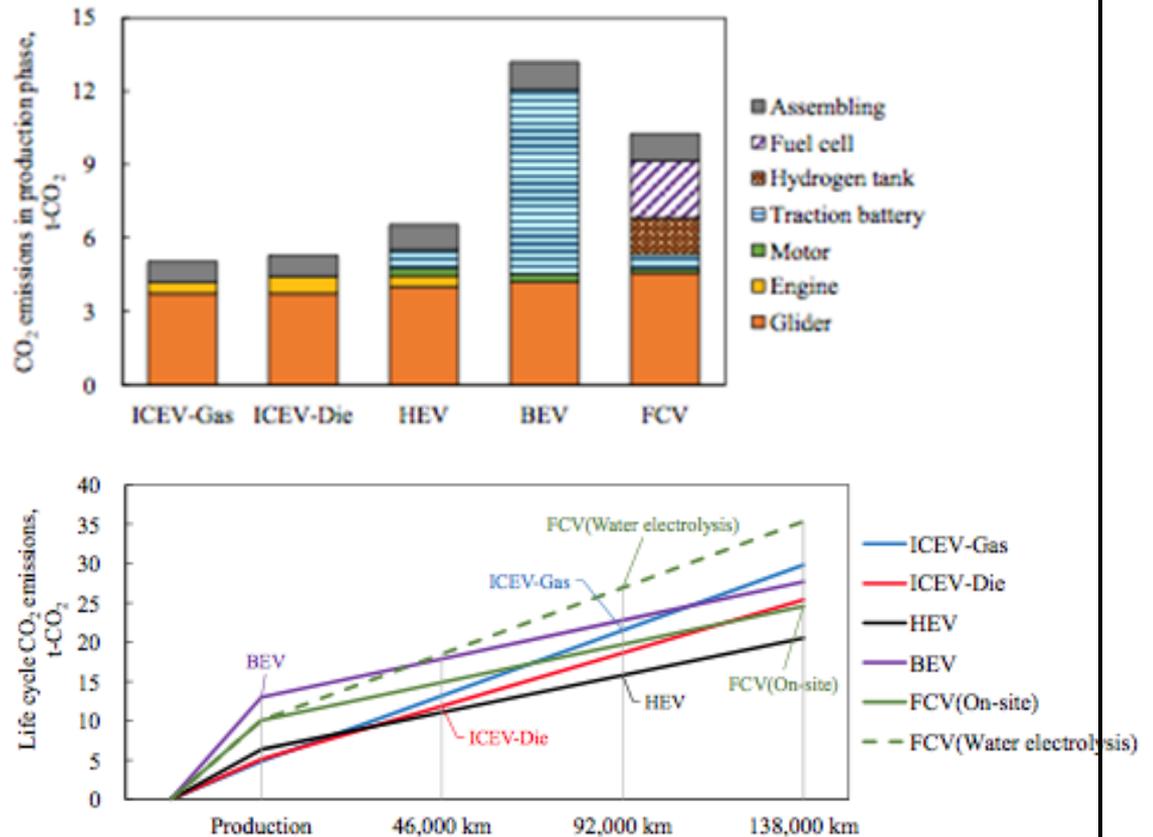
*トヨタ看板方式はアップルなどファブレスの自動車メーカーは関係ないが、「実物」を作る企業では依然として活用されると思う。

(山崎)

自動車のライフサイクルで二酸化炭素 (CO2) 排出量を評価する LCA (Life Cycle Assessment) の議論が欧州を中心に高まっています。各種の自動車の LCA 比較については、石崎啓太, 中野冠「内燃機関自動車, ハイブリッド自動車, 電気自動車, 燃料電池自動車における内空調を考慮した量産車両 LCCO2 排出量の比較分析」日本機械学会論文集 Vol. 84, No. 866, 2018) が参考になります。

https://www.jstage.jst.go.jp/article/transjsme/84/866/84_18-00050/_pdf

本資料によれば、リチウムイオンバッテリーの製造時に約 100kg-co2/kWh もの CO2 を排出されるため、テスラ S の 75kWh バッテリーでは 7.5t-CO2 と大きく、製造時に BEV 車は、約 13t-CO2 が排出されると推定され、その量はガソリン車やハイブリッド車に比べて約倍になるとしています。



走行時を含めての BEV 車の CO2 排出量は、走行距離 10 万 km 付近でガソリン車をはじめて下回りますが、ハイブリッド車には勝てません。

これは、テスラのように大きいバッテリーをのせていることと、現在の商用電力の CO2 排出量が 555g-CO2/kWh (2012-2014) と大きいためです。日本の BEV 車のように 35kWh のバッテリーをのせ、自宅の太陽光発電で充電をまかなえば話は別です。私は 4 年前に東京の南青山でテスラ S に試乗しましたが、デザイン、走行静粛性、発進加速性能に大変魅力を感じました。価格が 1000 万円を超えるということでこれは高すぎると思いましたが、最近ではテスラ 3 が価格を急速に下げており、日本の BEV、HV との競争が激化しそうです。日本の HV では、エンジンを発電に特化さ

	<p>せて小さなバッテリーで走行するシリーズ HV が注目です。日産のノート、セレナ、キックスや、ホンダのヴェゼルがこの方式で、価格が比較的安く、EV の乗り味のため人気を集めています。日本の自動車の強みは高い信頼性と安全性です。日本のような高齢化社会では、自動車の自動運転にお金をかけるよりも、富山市が LRT を導入したように、その地域の発展に合った公共交通システムに力を入れることがより重要と思います。</p> <p>(猪股)</p> <p>話題になる事も多く、関心の高い自動車 EV 化について、現状と今後の動きについて、詳細な調査と、考察をされた講演大変興味深く聞かせていただきました。知っているつもりだった HV, PHEV, EV、テスラモーターズの事業推進・進展具合と進む方向、対するトヨタを始めとする、日本勢の対応と見通しなど、クリアな頭の整理をさせて頂き、大変感謝しております。</p> <p>機械工業製品の典型であった自動車が、EV に代わる事により、機械の性能・堅牢度・安定性等の戦いから、AI 活用を中心とした、自動運転技術などのソフトの勝負に変わっていく方向は、自動車に限られず、社会全体の流れとして、本格化していくのは、確実でしょうし、大きな変化が予測されると思います。我々の世代にどこまで行くのかはわかりませんが、今後とも、興味深く見守りたいと思っています。</p> <p>2. 幹事会報告</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ SCE・Net の紹介パンフレットの更新受付（翌日松村氏より外部発信 2 件受領） ・ 化学工学会秋季大会半額補助お知らせ（早割申込み後申請、オンラインあり） ・ 学会が「技術相談フォーラム」を WEB 掲示板方式で開設予定。SCE・Net も協力 ・ 教育関係はオンライン化、オンデマンド化が進行中（公開、安全、入門） ・ 次回技術懇談会は 9/25 オンラインを予定 <p>3. 今後の予定</p> <ul style="list-style-type: none"> 8 月 松村氏 9 月 神田氏 10 月 見学会 11 月 持田氏 12 月 小林氏 1 月 山崎氏 2 月 猪股氏 3 月 飯塚氏 4 月 西村氏 5 月 見学会 6 月 宮本氏 7 月 大谷氏
<p>次回日程</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日時 令和 3 年 8 月 10 日（火）15 時～17 時 2. 場所 TV 会議方式 3. 技術課題 松村氏から提供