

一般社団法人北海道林産技術普及協会「総会記念講演」(2014.4.24)から

「ハイブリッド自動車プリウスの開発と 地球環境の安全・安心」

株式会社コーディア 代表取締役 八重樫 武 久

URL <http://www.cordia.jp>



■私の車との関わり

ご紹介いただきました八重樫武久でございます。少し付け加えさせていただきますと、根っからの北海道生まれの北海道育ちです。トヨタに入ってからには既にもう40年近く経ちますが、いまま北海道人のつもりでおります。そんな北海道人がハイブリッドプリウスを生み出したということをお話ししたいと思います。

旭川とは非常に縁がございまして、この林産技術普及協会会長さんの高橋範行さんは義理の弟に当たります。高橋二郎の娘を嫁に迎えていまして、亡くなった高橋の父からも色々な北海道の林業の話や木材の話をお聞きしましたし、これからの地球、これからの経済がどうなっていくというような話も折りに触れたことを思い出します。

今日は『ハイブリッド自動車プリウスの開発と地球環境の安全・安心』との題目で、縁の深い北海道林産関係の皆様にお話をさせていただきたいと思っております。

昨年の12月に1997年からのトヨタハイブリッドの発売開始以来の累積販売数が、600万台に到達いたしました。このところ急速に台数を伸ばしており、1千万台もそう遠くない道のりだと思っています。

昨年の4月にトヨタ本社で当時の開発の仲間たちが集まり、500万台販売を祝ってパーティをやりました。この数年のうちにHVの品揃えを増やすと宣言し、初代プリウス当時では比較にならない大勢のスタッフ達が開発に取り組んでいます。

私のキャリアを少し紹介させていただいて本題に入って行きたいと思っております。私が車の世界を目指す契機となったのがこのクルマ、いすゞのベレット1500(図1上段)です。もうご存じの方はいないと思いますが、この時代はいすゞ自動車が乗用車を作っていました。これが最初に私が親のすねをかじってゲットした車です。その次に乗り換えたのが初代カローラです。当時、日産のサニーが排気量1000CCで出した後、すぐ追っかけて、エンジン排気量1100CCにして“プラス100CCの余裕”とって売り出しました。これが気に入って、トヨタ自動車に入ったというのがいきさつです。トヨタに入社して自分の懐で買った車がこのセリカGTVです。スポーツ系の噴き

の良いエンジンが欲しくてこれにしました。そんなこんなで、車屋になって40数年たってしまいました。

二段目以降はプリウスの写真です。二段目の左は95年、量産をする前に東京モーターショーに出品したプリウスのショーカーです。次は初代プリウス、その次が二代目プリウスで2003年に出しました。実はこの時に欧州のカーオブザイヤーをいただいて、欧州で認められたということで嬉しくなってスウェーデンの受賞式に出かけていったときの写真です。その他はいろいろなイベントでのプリウスと最後の一枚は現在足として使っているプリウスプラグインです。



図1 20世紀は自動車の時代
持続可能な自動車社会を目指して

■プリウスの開発

いよいよ本題に入っていきたいと思っております。本日は4章になりますが、後ろの方はもしかすると時間の関係で少し急ぐかもしれませんがご容赦いただきたいと思います。

まず、「プリウスの開発21世紀の自動車は？」、とのタイトルで、プリウス開発をスタートさせるに至った会社の中の議論・世の中の動き、その辺を少し紹介させていただきます。

二章としてもう十何年も経ちましたので「今だから話せるプリウス開発の真実」とのタイトルで開発の裏話含め開発エピソードをお話します。

結論から言いますとこの時の開発エンジニア、部

品会社の人たち、材料会社の人たち、その人たちがパワーを発揮して乗り切ったのがこのプリウスの開発だったと思っておりますので、そのスタッフ達のエピソードを含めて紹介していきたいと思っています。

ハイブリッドはトヨタだけで600万台に到達しました。その初代から600万台に至る道のりを第三章として紹介させていただき、最後に時間があれば「地球環境の安全安心と自動車の未来」として将来の人間、人類の未来、その中で将来のクルマについて、私の考えをお話したいと思えます。

ちょうどプリウスの開発をスタートさせたのが1990年の前半、21世紀がまもなく来るといった時期で、日本では丁度バブルがはじけ、トヨタ自動車もリーマン後のあの赤字ほどではありませんが、赤に転落しかけた時期です。

20世紀の後半は自動車の大気汚染、交通事故といった自動車のネガティブな部分がクローズアップし、その対応に追われた時代でした。さらに地球環境問題まで一斉に吹き出したのがこの頃です。少しその辺の状況をお話したいと思えます。

先月（3月）横浜で、地球温暖化とその対策について気象学者、環境問題研究者たちが検討を進めている国連の活動のIPCC総会が開催され、第5次調査レポート発表と討議がありました。数年前の第4次IPCCレポートよりもっとシビアに深刻だという報告を出しました。確かに深刻になってきていると思えます。この産業革命のもっと前、石油をそんなに使わない時代は地球の大気中の平均CO₂濃度は280PPMでした。それが徐々に増えてきてとうとう400PPMを超えてしまいました。今言われているのが450PPM以内に抑えないととんでもないことになるよということです。ただ、今回のIPCCの報道でももう無理だということになってきています。ですから、これから如何にその増加を少なくするか、これが未来のためにやらねばならない人類の大きな課題となっています。

日本では、もう一つの環境問題、都市大気環境、排ガス問題はほぼもう終わったような印象ですが、決してそうではありません。90年代の初めには実はアメリカでもう一度問題になっています。その時のロサンゼルスの上から見たダウンタウンは自動車の排ガスが原因の光化学スモッグに覆われていました。ちょうど私はこの時にガソリン車の排ガス対策のリーダーをやっておりましたので、何度も何度も行ってこの状況を見てきました。これで厳しい排ガス規制が決まりました。

この時、ゼロエミッション・ビークル、排気を出さない車を何%か強制的に売られるという法律がこの時できて、電気自動車の義務付け法案がスタートしました。中国で大騒ぎされているPM2.5の問題ですけれども中国だけの問題ではありません。日本は中国から飛んでくるPM2.5を問題にしていますが、実は先進国でも中国ほどではありませんがPMは深刻な状態です。先月（3月）パリでPM2.5警報が出て都市部への自動車の乗り入れが制限されました。先月（3月）の末から今月までロンドンに行っていましたが、ロンドンでも警報が発令されました。PMの主要発生源は実はディーゼルです。欧州ではディーゼルの規制値を緩くして優遇した時代が続きました。そのつけが回ったと言ってもいいと思えます。

もう一つエネルギー資源問題ですが、一時石油は掘り尽くしてすぐにでもなくなるといわれました。アメリカの公的機関が出したデータでは、2010年頃にはピークになってその後一気に生産量が減っていくということまで言われていました。これがピークオイル論です。しかしこれはシェールガス革命とか、深海のオイル油田の探索や掘削技術の開発が進み、まだ石油資源としてはありますよというのが今の認識です。地球温暖化問題と大気汚染、これが今の環境問題です。その議論が始まったのが1992年6月、ブラジルのリオで開催された国連の地球環境会議です。これを契機にしてトヨタの社中で、21世紀はこのエネルギーと環境問題に備えなければ自動車会社としての存続はないというような議論があってスタートしていったのが、プリウスの前身となる社内開発コードG21と呼んだ、21世紀のスタンダードカー研究プロジェクトです。

■トヨタの車づくり

トヨタの歴史を紹介したいと思えます。先月テレビで放映されましたが、トヨタの創業者である豊田佐吉の息子、豊田喜一郎がトヨタ自動車を設立しました。技術への非常に強い思い入れがあって物づくり、現場主義を貫いた一族です。それを少し紹介したいと思います。豊田佐吉が自動織機を開発した特許料で、実はトヨタ自動車を喜一郎が作ったわけです。その創業者一族の考え方ですが、やっぱり物づくりにこだわり、国産技術にこだわった人たちです。「**研究と創造に心を致し常に時流に先んずべし**」これは佐吉の言葉です。また、これも社員研修会の度にたたき込まれたんですが、佐吉の言葉として「**その障子を開けてみよ、外は広いぞ**」、外に目を向けグローバルな新技術

追求がDNAの会社です。

その物づくり、現場主義を少し紹介したいと思います。「物づくり、製作を完全にし、十分営業的試験をなし、その成績十分にあがらざる間は、決して販売すべきものにあらず。」

ところが初代プリウスは検討不十分な部分を残しながらも販売してしまいました。そのエピソードは後でお話します。

「技術の進歩はものづくりがあってこそ初めて生まれてくるものです。ものづくりは常に、それに携わっている人とノウハウの蓄積によって出されるものです。」これは実はプリウスの開発の最大のスポンサーであり、昨年9月に100歳でお亡くなりになった5代目社長豊田英二さんの言葉です。英二さんは、その基本として人づくりについても話をしています。「人間がものを作るのだから人を作らねば仕事が始まらない。」人材育成に力を尽くされた経営者でした。徹底的な現場主義と人を中心とした会社、われわれも先輩がたから叩き込まれました。

プリウスもこの思想で開発を進めました。不具合があったら、推測ではなく真因が判るまで掘り下げる、部品だったらそれを他の車に移植して同じ不具合を起こすところまで、徹底的にやりました。もので見せてくれなきゃ決断しない。そういう考え方が徹底されていた会社です。「3年以上の実地の経験を得ずして設計するものではない。できないと言う前にまずやってみろ。」は佐吉の言葉です。「手を汚さずに仕事ができるか。論より実践」「紙陣を離れよ」など現物主義の言葉が伝えられています。今だったら、コンピューターに向かって仕事をするな、その後は車にその中身を聞けと言われたであろうと思います。

■トヨタの21世紀の企業プロジェクト

前置きはこれぐらいにして、どんな開発を、どんな流れでそうなったのか本論に入っていきたいと思えます。1992年6月リオで国連世界環境サミットが開かれたのを機に、トヨタの社内で21世紀ビジョンが議論されました。キーワードはやはり環境とエネルギー問題への対応です。それをどのようにやっているかと議論になって、その92年の暮れに21世紀の企業イメージ、トヨタのグローバルビジョンが作られました。そのコアになったものが環境に対して自動車をどうもっていくのか、どういう姿勢でやっていくのかの考え方です。それをまとめたのがトヨタ地球環境憲章です。その中身を少し紹介させていただきます。

基本理念 「クリーンで安全な商品の提供を使命とし、あらゆる企業活動を通じて住みよい地球と豊かな社会づくりに取り組む」

基本方針

1. 豊かな21世紀社会への貢献
2. 環境技術の追求
3. 自主的な取り組み
4. 社会との連携・協力

トヨタ地球環境憲章
"Toyota Earth Charter"
1992年制定、1997年改定

図2 プリウス開発の真実 トヨタ地球環境憲章

トヨタ地球環境憲章の基本理念は、クリーンで安全な商品の提供を使命とし、あらゆる企業活動を通じて住みよい地球と豊かな社会づくりに取り組むことです。基本方針は、豊かな21世紀社会への貢献、環境技術の追求、自主的な取り組み、社会との連携・協力です。

これを踏まえて技術陣が、それじゃあ自分達は何をやるかと言って議論してプロジェクトを立ち上げたのが、プロジェクトG21です。プリウスの前身となる21世紀のスタンダードカーの企画です。どんな車、どういう性能、それをどのような技術で実現するのかまずスタディしようということで少人数のチームがスタートしました。1993年の秋のことです。

実はプリウスは97年の12月に販売を開始し、「燃費2倍21世紀に間に合いました」というキャッチコピーで発売をいたしました。このG21とは別に燃費3倍、燃料消費3分の1を実現するハイブリッド探索スタディがスタートしていました。燃費3倍の目標は当時の技術担当副社長の和田明広さんからの指示でした。ハイブリッド開発チームが、80種類以上もの様々なハイブリッドの燃費シミュレーションを行い、どんなシステムでも3倍は無理だが、2倍強ならできるかもしれないとの結論でした。和田さんの所に怒られるのを承知でその担当者が報告に行ったら、「おお、ようやった。この燃費2倍で量産を目指せ」と言われたと聞いています。

燃費2倍を検証する最初のプロトを作り始め、それが完成したのが95年の秋口です。従来のクルマなら試作車が動かないことは滅多にありませんが、やったこともないハイブリッドで試作が完成してもすぐクルマが動くわけではありません。まだ動くところまでいかない12月中旬に副社長会があって、その場でこの

プロジェクトを2年以内に量産を目指してGOをかけるということになりました。当時の社長は奥田さんでした。どうもこれは英二さんと章一郎さんがぜひやれと言いだし、社長に就任したばかりの奥田社長がこれだと決めたようです。

技術部の部長連中の多くはできる可能性の少ない無謀なプロジェクトと言っており、私自身も90%不可能と思っていました。すったもんだのあげく、2月初旬ごろ私のボスの役員から、役員会でお前がハイブリッド開発リーダーに決まったから関係役員に相談に行けと電話をもらいました。すぐに関係役員に会いに行き、まあやるからにはとにかく全力投球するから、お金はたっぷり使わせてくれという注文をつけました。それで良いからやれと言われ、3月にそのチームに移り、リーダー役スタートです。ある意味むちゃくちゃです。工場も何も決まっていない。部品の構成も決まっていない。車のデザインすら全く見えていない状態で2年後の生産を目指すというのがトップの指示でした。工場も決めなきゃいけない、部品のスペックすべて決めなければいけない、すべての部品メーカーの発注先を決め、工場を決め生産工程を決めていく、それらを全て2年でやって、量産をなさいというのが我々に与えられた目標でした。

■ハイブリッドプリウスの考え方

技術の中身に少しふれたいと思います。一番コアになるのがハイブリッド・トランスミッションです。エンジンの後ろに搭載され、普通の車のミッションと変わらない外観をしています。FFですからエンジンを横に置いて、前輪を駆動するタイプの方式ですが、中身は実は結構シンプルです。発電機とモーター、これがエンジンこれを遊星ギア機構の三つの軸につなぎ、モーター軸からチェーンでデフに回転を伝えるシンプルな構造です。クラッチもなければ、トルクコンバータ、変速ギアも、前後進のギアもないシステムです。今走っているプリウスも基本的にはこれと変わりません。モーターは制御を変えれば前進も後進もできますから、後進はモーターを逆転させて走らせるだけです。はじめはこんな代物で様々な環境状態、4千メートル超える高地まで使うことが可能なのか、様々な人たちが10年20年と使う自動車の使い方まで保証できるのか、正直リーダーとして途方に暮れました。やっで行くうちにこれ、「シンプルだからやれるかもしれないな」と思い直して今に至ったというのが正直なところです（図3 トヨタ・ハイブリッド・システム）。

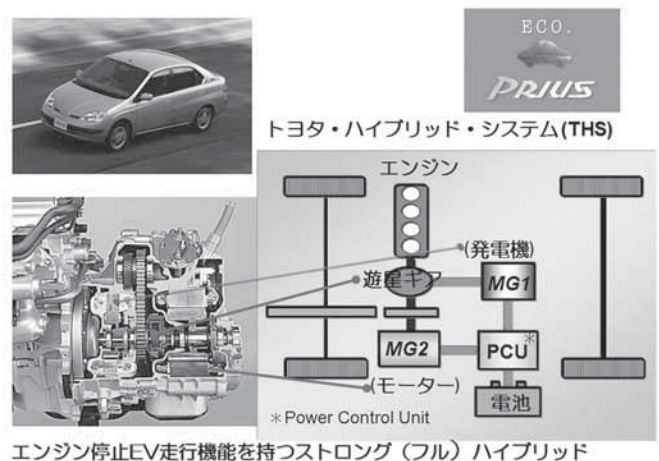


図3 トヨタプリウス（1997年12月発売）

これで車の機能すべて、発進、加速、追い越し、登坂、降坂が普通にできます。発進は基本的にはエンジンを止めてモーターで走らせます。エンジンで走るよりは効率が良いですから、そのあとも電池があればエンジンを止めてモーターで走らせます。加速ではぱっとエンジンをかけてそのパワーと、さらに電池をモーターにアシストさせて走らせます。減速は、普通ならブレーキで減速し止まりますが、これではせっかくのエネルギーを熱にして外に捨てていることになります。それを発電させるということは制動をかけるのと同じです。モーターで発電させて、そのエネルギーを電池に貯めて次の加速に用います。これをエネルギー回生と呼び、このエネルギーをエンジンが止まっているときに再利用して燃費を稼ぐというのが回生の考え方です。こうしたハイブリッド技術を進化させて、アクアでいうとリッター37キロを達成したというのがプリウスでスタートしたハイブリッドの考え方です。機構は極めてシンプルですけど、苦労したのは制御です。エンジンに使っているエネルギーというのは色んな所に使われています。走らせるエネルギーだけではありません。ナビも、インパネも、それからヒーターもクーラーもエネルギー使って動かしています。そのほとんどがエンジンからそのエネルギーを出していたわけです。それがエンジンを止めて走らせるようにすると、別の方法を考えなきゃならないわけです。エネルギー収支、駆動力収支、電力収支の破綻をきたさないように調整していくのが制御です。私の直轄チームは、システム構成を含めて、エンジンはどんなエンジン、ミッションの構成はどのように、電池はどのようにとハイブリッド基本システム企画と、ハイブリッドが破綻を起こさないような制御を作り上げる制御ソフト設計を担当しました。この制御を纏めあげるのが大変でした。

95年の12月にGOがかかって開発をスタート、リー

ダーとして赴任したのが3月でした。しかし、スタッフ達から話を聞こうとしても、また試作したハイブリッドの中身を聞こうとしても、あなたにレクチャーする時間はないと言われてしまいました。資料を渡されそれで自習しはじめたのがスタートでした。ハイブリッドの企画と制御系設計担当のスタッフ7名でスタートしましたので、確かにレクチャーする時間などなかったことも事実です。

この頃のエピソードをひとつふたつお話したいと思います。1996年3月から2ヶ月ぐらいそうやってハイブリッド技術の自習をしたり、資料を作ったり、生産開始までのマイルストーンを自分なりに考え、日程計画を見直したりしていました。

最初に日程計画を見直したのは、実はこれ今だから言えるんですが、リーダーを引き受けるときに、技術部の部長連中や一部の役員から、本当にダメだったら止める決断するのはお前だぞと言われてたからです。駄目なまま、ずるずる続けて行くと被害が大きくなるから、止めるなら早い決断をして早く止めさせてくれ、ということを言われました。もし止めざるをえなければ、どのタイミングで影響が大きくなるのか掴んでおいたことも日程計画見直しをした理由です。

そのような中でも、開発作業はずっと続いていきましたが、次々と大問題の山が吹き出してきました。ちょっとその一部を紹介したいと思います。何十台も試作車を作り、その試作車を色々な評価部隊に回して評価し、そこで出てきた不具合を修正しながら完成度を高めていくのが自動車の開発です。まったくどこもやったことのないハイブリッドですから、評価したことのない新しいハイブリッド車が色んなチームに配られ、一気に評価を始めたら、問題が山のように出てくるのは当たり前です。この不具合が一斉に出てきたのが5月、6月頃です。エンジンの動力をモーター軸につなぐシャフトがボキボキ折れる。電池からは火を噴く。さらにテストコースで試作車が毎日のように途中で止まってしまふ、エンジンの起動・停止の度に大きなショックが発生する、とても生産準備をスタートさせるどころの話ではありませんでした。

その状況をまとめ、このままでは失敗する、立て直すなら今だとリーダーとして緊急事態宣言を発しました。緊急事態宣言の概文をもって役員をまわり現状を説明し、体制立て直しの提案をしました。その対策も空回り状態でした。その現状認識と体制立て直しの提案としての緊急事態宣言でした。

普通のやりかたではできない超短期、さらにやったこともない新しいハイブリッドの開発なのに、従来のやり方でやっていると感じました。これではやれるわけは

ありません。止めるにしても、こんな状態で止めるわけにはいきません。立て直しをやるだけはやってみようと、緊急事態宣言を出し、どう立て直すかを立案して役員に直訴しました。これを新しく担当になった役員に聞いてもらうことができ、夏から人を集めチームを作り、緊急タスクフォースチームを重大不具合毎に結成し、何とか開発を軌道に乗せることができました。

プリウス開発に携わった北海道出身者は私だけじゃありませんでした。一つのエピソードとして、この時生産担当の常務取締役が、北大の機械の先輩、後に日野の社長、会長を歴任された蛇川さんです。北大の同期会に出たときに、「技術の連中はへボなことをやるに決まっているから、次ぎ次ぎと変更が必要になるだろう。技術部の隣の工場にハイブリッドを作ってやる。そうすればすぐに工場に駆けつけて不具合対策の相談ができる」と言ってくれました。また、普通ならトランスミッションなどは、専用機を並べて作りますが、「時間もなし失敗する可能性もあるから汎用機を並べて作ってやる。その先は心配するな、仮に失敗しても汎用機なら転用できる。他に転用するからその分は考えなくていい」と言ってくれてほっとしたという一言が今も記憶に残っています。

ハイブリッドの新しい部品は、電気自動車用の部品開発を日本の部品メーカーさんがしっかりやっていて、それを応用して作り上げたのが初代のプリウスです。電気自動車の開発を一生懸命やり、それについてきてくれた部品メーカーさんがいたから、あのタイミングでハイブリッドができたと思っています。

■プリウスの誕生は現地現物

先ほど申し上げましたが不具合が出ると、確実に真因を突き止め、部品なら不具合原因を突き止めるまでは、フォローリストから外しませんでした。その不具合対策の最終確認も必ずクルマ、不具合が再現する状態で、対策効果の確認をやり、不具合の原因部品やソフトを元にもどしてまた不具合がでるところまでやってもらいました。なんとか軌道に乗せた96年の暮れに、これも役員に提案して、立ち上がりまでの1年間に車で100万キロ実走して確認し、しっかり未然防止をやらせてくれと役員に直訴し、試作車を余分に作る出費を認めてもらいました。一台の試作車を作るだけでも結構なお金がかかります。ちょうど販売開始の1週間前にこの100万キロを達成しました。

箱根、日光、伊豆、奥三河、中部山岳、六甲、伊吹、長崎など、もっぱら急な坂道の多いところを走り回りました。モーターとその制御用パワー素子、電池はオーバーヒートに弱く、日本国内の急坂の登坂、降

坂でオーバーヒートの確認をやりました。

初代だけではありませんが、私は折に触れて北海道に車を持ち込み試乗して回りました。勇駒別、狩勝峠を通過してサホロ、手稲、札幌国際、ニセコなどです。スキーをして回った訳ではありません。スキー場までの上り坂、下り坂、特にしっかり走り込んだのは下りです。アイスバーンの状態の下りを探し回って走り回りました。厳しい走行条件で走り回ると、結構不具合の痕跡を掴むことができるものです。

最後の詰めは、信頼性・品質の確立です。

法規制対応のコンプライアスマネージも重要です。だまって変更しては、下手するとリコール隠しになりかねません。また、やったことのない新しいシステムですから、何か起きたときに設計が勝手に処置をしては問題になりますので、第三者委員会的な組織を作ってもらい、そこで監査をしてもらうことにしました。幸いにもストップがかからないで立ち上げることができました。最後の段階で、神経を使ったのはこの信頼性・品質確保の確認作業です。

初代プリウスの立ち上がりで、不具合がなかったとは言いませんが、重大不具合を見逃して不意打ちをくらうことはありませんでした。

2010年のプリウス・ブレーキリコール、すでにOBでしたが、見過ごすような現象ではなかった筈、不具合に対する感度が甘くなってしまったのではと心配しました。

トヨタの原点は現地現物で、そういう部分を含めてしっかりお客様にお渡しする商品を作り上げること。それをこのプリウスでは最後の最後までやったつもりでいます。これらをまとめてお話ししたいと思いません。開発の明確なコンセプト、燃費3倍ではありませんでしたが2倍と高い目標を掲げ、それを実現する新しいハイブリッドの開発にチームのベクトルを合わせることができました。それに先程言いました燃費2倍のクルマを、それも2年でやれと号令をかけた奥田社長、その決断を支持した英二、章一郎氏を含め、トップの方々はその間の2年間は注文をつけずに全面的にサポートしてくれました。チャレンジする高い目標が与えられると、日本のエンジニアは頑張ってくれます。その状況をどう作り、文句を言わずサポートし続けることができるか、これは今になって大事ななと思っております。それから、部品メーカーさん、トヨタの中にも電気自動車の開発を通じて電気駆動の部品、ものを作る技術の蓄積がありました。だからできたと思っています。未だにアメリカ勢、ヨーロッパ勢からまともなハイブリッドが出てきてないのは、大規

模なシステムを纏めあげるマネジメントができないこと、かつ部品を作り上げる十分な蓄積がないこと、そういうことではないかと思っています。

このような超短期の開発を乗り切り、ちょうど1997年の10月に新車発表をしました。

「このプリウスはトヨタの変革への挑戦から誕生した、自動車の21世紀を目指した新しい価値の提案があります。このプリウス以降も、さらなる技術進化に挑戦し、社会のニーズに応え、自動車に課せられた夢と課題を現実のものとするので21世紀をリードする企業でありたい。」これはこの発表会での奥田社長のスピーチの一節です（図4プリウス開発の真実）。



図4 プリウス開発の真実 G21からプリウスへ

97年の12月に販売を開始しましたが、その年に登録したのは300台弱だったと思います。お陰様でその300台を評価いただいて、その年のカーオブザイヤーもいただきました。

このプリウスで様々な賞をいただきましたが、こういう授賞式に私と、それから冒頭にご紹介したチーフエンジニア内山田が出て賞をいただき、レセプションで呑みながら懇談している最中に、全国各地を不具合対策、その改善策の設計、生産へのフィードバックのために、全国を走り回っているスタッフ達がいました。そのスタッフ達のおかげで今の500万台600万台があります。

■品質確保の努力

ここで、97年に出してから今までの品質向上、減価低減の努力についてご紹介したいと思います。

部品も車も、ほとんどマル新です。マル新というのは新しく作ったもの、他の車で使ったことがない新設部品、システムを言います。そういうマル新ばかりの車を出して問題を起こさないわけありません。もちろん徹底的に最後の最後まで品質確保に取り組んだつもりですが、問題は起きるものです。しかし、致命傷的な問題を起こしてはいけません。安全・安心は徹底した

つもりですけれども、いつ起きるかもしれません。それなら、それをいかに早くキャッチし、お客さんへのご迷惑をできるだけ小さくするように処置をし、さらにそれが広まらないようにその故障原因の設計、設計へのフィードバックを急ぐことに力を注ぎました。実はこのマーケット不具合を想定して、あるスタッフが提案して動き出したのが、4人編成の特別タスクフォース活動でした。この初代プリウスでは、販売店サービスの方々にも十分にハイブリッド車修理のトレーニングなりマニュアルを準備したりする時間も全くありませんでしたし、マニュアル自体も不十分なものでした。ちょうど年末年始休暇の初日から、この特別チームが動き出しました。この活動は1年半続きました。

その特別チームは不具合の連絡を受けるとその拠点までプリウスで行ってディーラーさんのサービスのサポートをし、不具合を確認し、特定をし、処置をして帰って来ます。同じ不具合を再発させないことを目標とした活動でした。ただ北海道はさすがに飛行機で訪問しましたが、そこも拠点にプリウスを置いてもらって、それで確認に動き出しました。旭川にも来ていますが、これは冬です。スリップの制御の仕方が悪い、脱出性が悪いということでしたので、ご指摘いただいてそれを確認に行きました。変更には、届け出が不具合項目でしたので、すぐには対策ができませんでした。が、次のマイナーチェンジに反映させました。

こういう活動で急ピッチに品質が上がって行きました。1年半の活動などで、故障率は最初の3分の1まで下がり、この品質向上への取り組みが2代目・3代目へと引き継がれていきました。

最近では、プリウスは経年車品質No.1をアメリカやヨーロッパで連続して受賞するようになりました。今では従来車以上に高品質とされています。私はOBになりましたけれども、こういうニュースを聞くと今でも一番嬉しくなります（図5経年車品質No.1）。



図5 経年車品質ナンバー1の獲得

授賞式で我々が呑みながら懇談しているさなかに、この特別活動以外にももう一つのプロジェクトが動いていました。コスト低減活動です。初代の最初はいろいろメディアで取り上げられたように、作れば作るほど赤字でした。台数も少なかったこともありますが、それは事実です。しかし、次の年に生産ラインでの減価低減活動で、作れば作るほど赤という状態から脱出しました。トヨタ得意の改善活動の成果です。また設計、生産技術、部品メーカーも力を合わせた減価低減活動を行い、2000年のマイナーチェンジで、コスト約半減を実現しました。さらに減価低減活動をつけ、2003年の2代目プリウスでは、初代の立ち上がりから大凡70%のコスト低減をすることができました。頑張ってくれた部品メーカーさんへのフォローをお願いしますと役員に言ってトヨタを去りましたけども、こんな取り組みをやりながら品質を高め、コストを低減してきたから、その後の600万台に繋がってきたと思っています。

■ハイブリッド車の性能、環境性能の向上

その中の技術的な進化も色々ありましたけども、品質の向上と共に車としての性能を上げること、環境性能を上げるハイブリッド技術の進化に取り組んできました。一例としてモーター技術の進化をご説明します。初めは、結構大きいやつをこの中に納めるのかと言われたぐらいですけども、2代目、3代目とパワーを上げながらモーターの体格を小さくし、さらにコスト削減に取り組んできました。その進化に支えられて初代、2代目、3代目、アクアへと、ハイブリッドの普及を進めることができました。昨年トヨタハイブリッド車の販売台数は127万台に到達しました。

最近のハイブリッド車について少し紹介させてもらいます（図6 ハイブリッド車の今）。



図6 ハイブリッド車の今 プリウスからクラウン/ハリアーHVへ

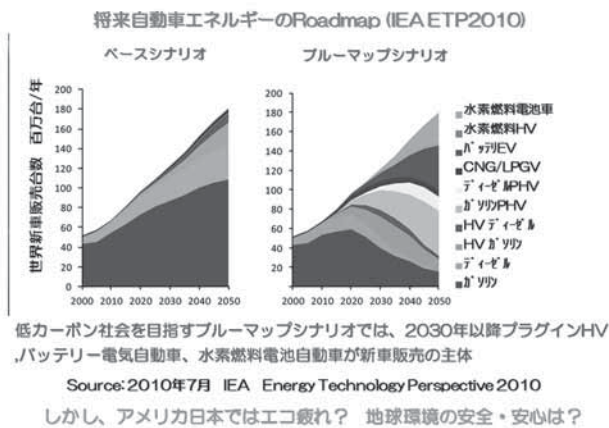
レースにもハイブリッドが活躍する時代になってきました。これは、2012年の世界耐久選手権WECに出場したTS030HVです。これを改良したTS040HVが今年のWEC初戦イギリスのシルバーストーンでワンツーフィニッシュを達成しました。6月にはご存じかもしれませんが、ルマン24時間耐久選手権がフランスであり、優勝できそうです。欧州ではハイブリッドの現地生産車の販売が好調です。また昨年販売を開始した新型クラウンハイブリッド、今年1月販売を開始した新型ハリアーハイブリッドもおかげさまで好評をいただいています。

先日も手を緩めずに、色々と性能、燃費を進化させさらにハイブリッドを広げていってちょうだいよと、プリウスハイブリッド開発のパートナー、当時の車両チーフエンジニアで現在はトヨタ自動車会長の内山田に話をしてきたところです。

■これからの車はどうか

600万台といっても、今世界の自動車総台数は10億台を超えていますから、ほんのわずかな一歩を踏み出したにしかすぎません。それをもう少し加速させなければ、冒頭に申し上げた地球温暖化問題、それに対する答えにはなりません。持続可能な自動車への道りはまだまだです。それをこれからどうしていくかという所を、少しさわりだけお話したいと思います。

将来の自動車エネルギーのシナリオを毎年国際エネルギー機関IEAという国際機関が発表します。先進国が設立したエネルギー政策をどうするかの研究を行っている機関です。図7はこのIEAが発表した2050年自動車エネルギーシナリオです。従来エンジン車、ガソリン、ディーゼルのベースシナリオではとても大気中のCO2濃度450PPMの自動車分担分は達成できず、右のように電気、水素、ハイブリッドへと切り替えて行く必要があるというシナリオが提案されています。



低カーボン社会を目指すブルーマップシナリオでは、2030年以降プラグインHV、バッテリー電気自動車、水素燃料電池自動車为新車販売の主体

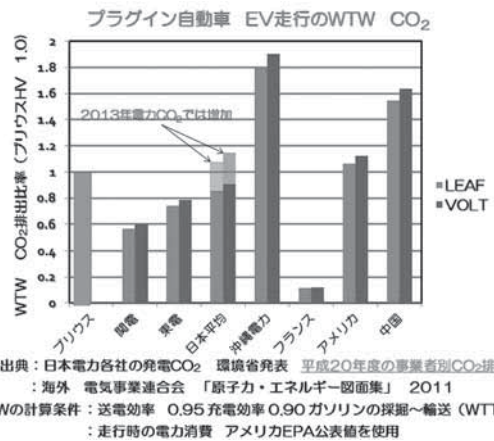
Source: 2010年7月 IEA Energy Technology Perspective 2010

しかし、アメリカ日本ではエコ疲れ? 地球環境の安全・安心は?

図7 地球環境の安全・安心と自動車の未来

シナリオ上、これに向かってどうやって自動車メーカーがやっていくのかが問われているのが今です。答えがあるわけではありません。電気自動車、水素燃料電池自動車、色んなものが出ていますが、残念ながらまだまだ普及にはほど遠い状態です。

電気を使うことが本当にクリーンなのか、CO2削減に役立つのかについて話をしてみたいと思います。3.11以前福島第一原発がメルトダウンして止まる前の状態ではハイブリッドと比較しても削減効果はあり期待が持たれていました。しかし、それでも原発がない石油火力が大部分の沖縄では、その電気を使えば使うほど電気自動車のCO2は増えてしまいます。3.11以降、原発が止まってしまい日本全体の発電CO2は急増しました。この電力を使うと、電気自動車を使ったほうがプリウスよりもCO2が増えてしまうというのが現状です。フランスでは原発が70何パーセント、水力が10何パーセント、95パーセント以上がゼロCO2の電力を使っていますのでこのフランスなら、電気自動車によって大きなCO2削減が実現できます(図8)。



データ出典：日本電力各社の発電CO2 環境省発表 平成20年度の事業者別CO2排出量
：海外 電気事業連合会 「原子力・エネルギー図面集」 2011
*WTWの計算条件：送電効率 0.95 充電効率 0.90 ガソリンの採掘～輸送 (WTT 0.85)
：走行時の電力消費 アメリカEPA公表値を使用

図8 地球環境の安全・安心と自動車の未来

本気で電気自動車を地球環境対応のために活用しようとしたら、電力のCO2を削減しなければ意味がありません。電力の低CO2を進める前提で、石油の一部を電気に置き換えるというのがあり得るシナリオです。その候補がプラグインハイブリッドです。しかし、電力の低CO2化を原発なしにどうやるかが日本は問われています。

トヨタは600万台到達しましたが、ハイブリッドはもっと進化させる必要があります。やはり今の状態では色んなカテゴリー、色んな車を広げていくことが必要です。

今までは実はトヨタとホンダが先頭を走っていましたが、最近ホンダに勢いがなくてトヨタ一社で引張る状態でした。最近やっといういろいろな会社がハイブ

リッドを出し始めて、ハイブリッドが本命になりかかってきています。お隣の中国も、ハイブリッドをスキップして、一気に電気自動車に切り替えよとの国家政策を決めました。2年ほど前にその政策見直しを行いました。やはりスキップはできず、ハイブリッドの技術をしっかりやろうとの政策転換です。

実はフォルクスワーゲンもハイブリッドとは言っていませんがアイドルストップと減速回生と、ハイブリッドメニューを採用し始めています。スズキのエネチャージも、ハイブリッドメニューです。今年スズキは回生エネルギーをクルマの走行エネルギーに使うマイルドハイブリッドをやると発表しました。

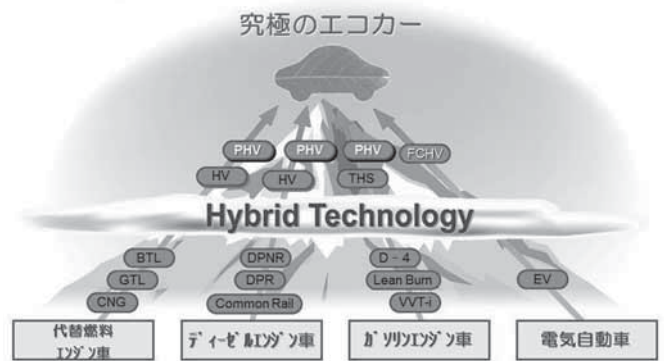
まだまだハイブリッドの時代が続くと思います。ぜひ応援をお願いいたします。北海道では四駆のハイブリッドが欲しいと言われ、現役時代もプリウスも色々四駆の構成なんかも考えましたし、前のハリアーの電気四駆は私のチームが手がけました。新型ハリアーもこの電気四駆です。確約はできませんけれども、北海道にあった四駆ハイブリッドがこれからは増えていくと思います。

トヨタはプラグイン自動車に力を入れてきました。先ほど少し説明しましたが、フランスの電力は95%以上がゼロCO₂の電力です。フランスでプラグインハイブリッド車の実証試験をやると、将来自動車のCO₂削減の可能性を確認できそうなので、トヨタOBとしてフランスプロジェクトの支援をやってきました。実証試験の拠点は、フランスの東部、ドイツとの国境ライン川沿いにあるストラズブルという町です。そこの市長が強くサポートし、政府資金援助も戴き2010年に実証試験をスタートさせ去年3年の契約で終わったところです。その実証試験車のプラグインプリウスにGPSを積んで、どこをどう走り回ったかの軌跡も、ユーザーの了解をいただき取得することができました。フランス全土からアドリア海のリゾート地帯など、いたるところを走り回っています。フランスの人達は車好きで、年間走行距離は一台当たり2万4千キロと日本の平均の2倍以上も走っています。一番嬉しかったのは、普通の車と同じように遠くまで家族と一緒に出かけているデータが得られているところです。こんな所に充電器なんかないわけですから普通のハイブリッドとして使っていたということです。普通のハイブリッドとして使いながら、充電のある所ではしっかり電気を使って走る。そういう従来のクルマ同様の使い方方でCO₂を大幅に削減するコンセプトが成り立つことを示してくれました。

■おわりに

なにもピュア電気自動車というか、電気だけで走らせる必要はありません。クリーンな電力とガソリンをかしこく使っていこうということです。ハイブリッドの効率はまだまだ上げられると考えています。そのハイブリッドと低CO₂電力をつかうプラグインでどこまでやれるかスタディを続けたいと思っています。

これは2003年に2代目プリウスを出すときに作り上げたトヨタの考え方です。代替燃料、ガスエンジン車からディーゼル、ガソリン、電気自動車。これを支えるのはハイブリッドテクノロジーと書かせてもらいました。電気エネルギーで車を動かす仕組みが変わってくると思います。それが将来の次世代自動車を変えていく、担っていくということになります。これは間違いのない方向との確信を得たものですからハイブリッドテクノロジーという中腹の雲を私が書き加えました。



ハイブリッドはサステナブル自動車へのコア技術

図9 サステナブル自動車へのアプローチ

この方向に今も動いていると思っています。それを、私はもう結構な年になりますけども、この先も見守っていきなというように思っています（図9 サステナブル自動車へのアプローチ）。

ハイブリッドプリウスは日本発の世界をリードする環境技術、サステナブル自動車でした。わずかなエピソードしかご紹介できませんでしたが、これを作りあげたのは普通の日本人です。日本のエンジニア達です。いよいよ環境自動車の第二ステージ、もっと深く深い技術が求められるステージに入ってきているものと思います。これからも日本の人材と技術が世界をリードし、地球の安心安全に貢献し続けていくことを期待しています。ご清聴ありがとうございました。

(文責：北海道林産技術普及協会 植杉雅幸)