



うちやまだ・たけし

1946年8月愛知県生まれ。名古屋大学工学部応用物理学科卒業。69年トヨタ自動車工業(株)入社(82年トヨタ自動車(株)に社名変更)、第2技術部第2振動実験課長を経て、94年新車開発のチーフエンジニア(第2開発センター第2企画部主査)に。97年世界初の量産ハイブリッドカー「プリウス」を開発・発売し、同社のハイブリッドカー事業を牽引する。2005年同社取締役副社長、13年代表取締役会長に就任。総合科学技術会議議員(非常勤)、日本経済団体連合会副会長。

ポルシェのような仕事がしたい。
初志貫徹で自動車メーカーへ

宮坂 トヨタ自動車殿が今年3月にハイブリッドカーのグローバル累計販売500万台と、6月にはプリウス累計販売300万台を同時に達成されたことをお祝い申し上げます。世界に先駆けたハイブリッドカーの開発を、チーフエンジニアとして牽引された内山田会長に、技術開発の手法や成功のポイント、さらには日本の産業間連携の強みなどについてお話を伺いたいと思います。その話題に入る前に、まず自動車の開発を志望された経緯についてお聞かせください。

内山田 もともと模型製作や工作が好きで、中学卒業のころから自動車会社に入ると決めていました。発明家の伝記を読み、あるときスポーツカーを開発したフェルディナント・ポルシェ(1875-1951年)が、フォルクスワー



大衆車を目指したフォルクスワーゲンの「VW30」(通称ビートル)の試作車とポルシェ博士

写真提供：Volkswagen Group Japan

トヨタ自動車(株) 代表取締役会長

内山田 竹志氏



新日鉄住金(株) 代表取締役副社長

宮坂 明博



特別企画 技術対談

技術者の高い志と オールジャパンの結束力で、 ものづくりの国際競争力を高める

自動車の誕生と、その進化を支えてきた鉄。日本では製品と素材メーカーがそれぞれ、ものづくりの力を高めると同時に、密接に連携して高品質な製品を生み出してきました。本企画では、1990年代に「21世紀の自動車」の将来像を描き、いち早く環境・エネルギー問題への対応を具現化する新車開発を進め、世界初のハイブリッドカー(HEV)を市場に送り出したトヨタ自動車(株)の内山田竹志会長をお招きし、エンジニアとしての歩みと、プリウス開発における技術・組織両面からの挑戦、そして日本の産業間連携の強みと今後の課題について伺いました。

ゲンで史上最も成功した大衆車(ビートル)を普及させた経緯を知り、当時ようやく日本の家庭に登場し始めたばかりの自動車もつと気軽に利用できるようになったらいいなと漠然と思っていました。

その後、1960年代後半、初代カローラが爆発的に売れていたトヨタ自動車工業に入社しました。動機の根底には、経済成長期の日本社会が豊かになることに貢献したいという気持ちがあったと思います。

宮坂 まさに夢を実現されたわけですね。それから自動車の開発に携わってこられたのですか。

内山田 開発というよりも、ボルシェのように自ら発案・企画した新たな自動車を、チームの力で開発して商品化し、世の中に広めるのが私の希望でした。しかし実際には、プリウスのチーフエンジニアを拝命するまでそのチャンスはなく、振動・騒音実験を中心に新車開発を陰で支える仕事をしていました。

宮坂 そこから企画部門に移られたきっかけは何だったのでしょうか。



高度経済成長期に普及したファミリーカー(大衆車)は、日本人のライフスタイルに大きな変化をもたらした。 ©PANA

内山田 役員から「新車開発のチーフエンジニアをやらせ」と突然声がかかりました。通常はいくつかのモデル開発を経験・勉強してから任せられるポジションなので、喜ぶ前に思わず「なぜ私が?!」と聞き返してしまいました(笑)。

そのときはまだ「プリウス」という名前も、ハイブリッドカーのコンセプトもなく「21世紀の車をつくる」という命題だけ。それがどういうクルマなのか自分たちで考えるということです。さらにプロジェクトを通して、新車の開発手法やプロセスを変えろと。そこで開発経験がなく、既成概念に縛られないだろうと私に白羽の矢が立ったわけですね。

従来燃費の2倍。 常識を超えた高い技術的 ハードルに挑む

宮坂 「プリウス」の企画・開発では、お話のように新しいコンセプトの車の開発と、新たな開発プロセスの構築という2つの命題があったわけですが、どのように取り組まれたのですか。

内山田 当時すでに安全と少子高齢化は社会的な課題でしたが、それに加えて21世紀というロングスパンで見たとき、「エネルギー・環境問題」は避けて通れないテーマでした。しかし低燃費車の開発は進められていたものの、社会でも社内でも大きな話題にはなっていなかった。また、低燃費というと部品や内装品を省略して軽量化を図るという発想でした。「低燃費車イコール小型車」という概念がある中で、長身の大人4人がゆったり座れる快適性を維持したまま、「既存の車の1.5倍の低燃費車」をつくらうと決めました。

従来にはない発想を盛り込んだ企画書は、社内「ウケない」という下馬評に反してすんなり通りました。94年の夏でした。

宮坂 その後、実際の商品化までのステップはどのようなものだったのでしょうか。

内山田 94年の年末にかけて、燃費1.5倍では目標が低すぎる、2倍にしろという話になり、ハイブリッドカーの商品化を決断しました。まず世の中にアイデアとしてあったハイブリッドシステムをすべて洗い出した上で、低燃費でシステム効率の高い4つの方法に絞り込み、さらに開発の難易度やコストなど工学的見地から搭載するシステムを選定しました。2個のモータとプラネタリーギア(加減速機構)1個というシンプルなたな仕組み(ハードウェア)です。そのぶんユニット全体を制御するソフトウェアで苦しもうと(笑)。95年11月に突貫工事で最初の試作車をつくりましたが、全く動きませんでした。その後、試行錯誤を重ねて、ようやく500メートル動いて改良策が明確化されると、開発が一気に加速しました。

宮坂 新たなパッケージングとデザイン、画期的な燃費向上の3つの性能目標を持って進められた開発の中で、壁に当たることもあったかと思えます。最も難しい技術開発の要素は何だったのでしょうか。

内山田 バッテリーですね。当時はまだリチウムイオン電池はなく、ニッケル・カドミウム(ニッカド)電池全盛期。その中でニッケル水素電池を選択しましたが、最初は容積に対する出力が私たちの求める性能の半分しか出ないので2セット積んで走らせました。目標とする大出力・小容積(大きさ)を達成するのに苦労しました。

お客様が使用中にバッテリーを交換するようでは費用がかかりすぎ、普及が見込めませんので、車一世代

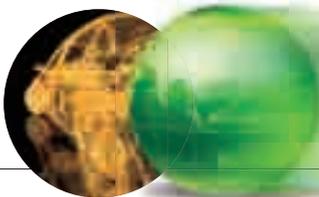


97年に発売された初代プリウスと開発メンバー(中央が内山田会長)
写真提供: トヨタ自動車(株)



振動実験課時代の内山田会長

写真提供: トヨタ自動車(株)



ぶんの寿命を持つものでなければなりません。それを確かめるための加速試験法の確立が課題となり、当社の若手専門家を中心に、モータやインバータの温度、湿度、電流の入出力パターン、振動条件などを精査して試験法を確立しました。試験法を検討しながら商品を開発するというプロセスは結構大変でした。

開発を成功に導く。 トップの決断とマネジメントの重要性

宮坂 従来にはない新たなものづくりに挑戦するとき、トップの判断力が問われます。本開発では優先プロジェクトとしてのトップの迅速な決断があり、その明確な方向付けが短期間での開発・商品化の推進力になったように思います。いかがですか。

内山田 「ある車種の一バリエーション」という逃げ場をつくらず、最初からハイブリッド専用車でいくという意思決定と合わせて、5年後の99年に出そうという商品化時期の見極めもトップのリーダーシップによるものです。それを最終的に97年まで早めることができましたが、まだ試作車もない状態で商品化を決めたのは、当社では初めてのことでした。

宮坂 開発プロジェクトの成功要因は、プロジェクトチームを牽引された内山田会長の技術開発マネジメントにある気がします。ポイントは何でしょうか。

内山田 一つは大部屋活動、つまり現在当たり前になっているサイマルティニアス・エンジニアリング[※]です。従来はチーフエンジニアが出した宿題をメンバーが持ち帰ってそれぞれ考える手法が主流でした。これをボディ設計、内装設計、エンジン、シャシー、駆動、実験、生産技術、合計10名の関係者が一カ所に集まるチームに変え、CADを使って原寸大の図面を

描き、それを見ながら専門知識をベースにした具体的な議論を重ね、その場で決めていきました。

エンジニアにとって「世界初」というのは黙っていても高いモチベーションが持てる。全員に「世界初のハイブリッドカーを商品として世の中に出す」という気概がありました。また自分がやるべきことを達成しないと、このプロジェクトは挫折する、という責任感と使命感もあった。そうした意識を、協業する部品・材料メーカーなども含めて共有できたことが大きかったと思います。

宮坂 技術開発において、人材育成も含めたマネジメント力を高めるためには、まず技術者として一つの専門分野を極めるのがよいのか、複数の業務に挑戦するほうがよいのかという議論があります。その点はどうように考えていらっしゃいますか。

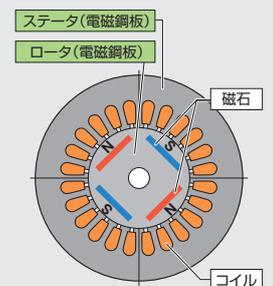
内山田 個人的な見解ですが、特にエンジニアの場合は自らの専門知識を磨き、その経験をバックボーンとしてどのようなアプローチで問題を解決し、あるいは方向転換するかを判断できる能力を身につけることが大切です。若い社員によく言うのは、いま担当している業務がたとえ小さな世界でも、一つの専門技術を磨き、この世界は誰よりもわかると言える領域をつくること自体がマネジメント能力を高めると。あまり早期に専門技術とマネジメントを分ける必要はないと思います。

宮坂 今のお話は、技術開発に携わっている人すべてに言えることです。自分がこれだけは誰にも負けないという領域を持っていないと自信を持って発言することができない。聞いている側も、その人が専門性をもとに言っているのか、単に立場上で指示しているのかによって受け止め方が違ってくる。実績をあげた人が現場感覚を持ちながら技術企画などのマネジメントを行うのが最善だと私も思います。



モータ回転鉄損シミュレータ
素材だけでなく実際にモータを組み立てたときの性能を測定する機械

IPMモータ
(永久磁石埋込型モータ)の構造



ハイブリッドカーのモータには、電磁鋼板がステータに、永久磁石をはめ込んだ電磁鋼板がロータに使われている。



ハイブリッドカーのエンジンとモータ (カットモデル)

写真提供: トヨタ自動車(株)

※サイマルティニアス・エンジニアリング(SE)設計・生産技術・調達・仕入先などの関連部署の連携により同時並行で開発を行うこと。開発効率向上と開発期間短縮を実現する。

日本は加工貿易立国。 密接な産業間連携が日本の強み

宮坂 プリウスの開発では、モータに当社の電磁鋼板を採用していただきました。そのときの貴社との共同開発が、当社の電磁鋼板技術のその後の進化と性能向上につながったと認識しており、大変感謝しています。

内山田 電磁鋼板はモータの主要材料で、できるだけ高性能の商品を使いたかったのですが、コストや生産性との両立で苦慮していました。諦めかけていたときに貴社が「ちょっと待ってください。何とか考えます」と課題を持ち帰ってくれて、コスト的にも見合う高性能電磁鋼板をわずか数カ月で開発してください本当に助かりました。新日鉄住金といえば重厚長大で、超弩級戦艦のイメージがあったので、巡洋艦のようなスピーディな対応に驚きました。

宮坂 ありがたいお言葉です。今後も素材メーカー



とのお客様が相乗効果を生み出すような連携が重要だと思っています。

海外に食糧やエネルギー資源を依存している日本は、それを輸入するための外貨をものづくりで獲得しなければなりません。日本は過去・現在、そして未来も「加工貿易立国」です。加工貿易立国という言葉は過去の産物のように聞こえますが、日本のあり方は変わっていません。日本として、鉄鋼業と自動車メーカーに見られるような産業間連携を強化していかなければならないと思います。

内山田 天然資源の乏しい日本にとって、産業立国は極めて重要なテーマです。そのために総合科学技術会議や経団連でも産学連携の議論がなされていますが、おっしゃるのように、産業間連携も日本の国際競争力を高めるためには今まで以上に重要だと思っています。

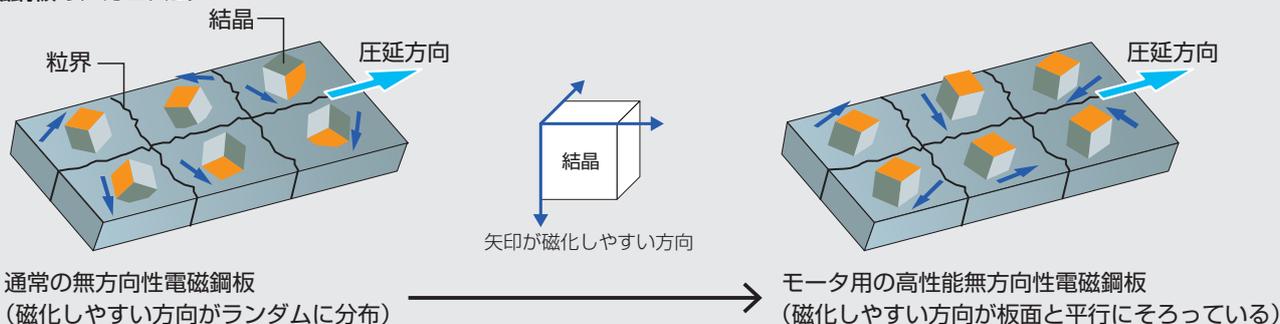
世界と戦うために。 産学官全体での戦略づくりを

宮坂 産業のグローバル化が進展する中で、国際競争力の観点から、産業間連携に加えて産学官連携などオールジャパンとしての施策を一層講じなければ、ものづくりを基盤とする国の将来像が描けないと感じています。

内山田 すでにさまざまな分野で技術革新が進み、一企業単独でブレイクスルーを実現するのは難しい時代になりました。その意味でも産学官連携は今後ますます重要になります。今まで以上に産学官連携を進めるために2点申し上げたいと思います。1点目は大学や公的研究機関、企業、産業界がそれぞれの立場で国際競争力を高めるということです。

2点目は産業界の中で従来以上に連携を高めるということです。例えば、自動車業界でのエンジン効率の

電磁鋼板のメカニズム



電気エネルギーを効率的に回転運動エネルギーに変えるためには、効率的に磁化される鉄芯用材料が必要とされる。このときの鉄芯によるエネルギー損失を「鉄損」といい、鉄損を小さくするためには、結晶の並び方を制御したり板厚を薄くすることなどが有効だ。



向上は各メーカーの競争力の源泉なので、従来は各社が個別に取り組んだ結果、一つ一つの開発プロジェクトが小さかった。しかし、すべてのメーカーが共同でやれば国も支援するし、大学も安心して次世代の人材を投入できます。その結果として各メーカーの国際競争力も高まるはずだ。

宮坂 当社でも、日本鉄鋼連盟などを通じて製鉄分野など上工程での共同研究・技術開発を積極的に実施しています。例えば、中国など新興国との競合により良質な石炭資源の入手が年々困難になる中で、国家プロジェクトとして次世代コークス製造技術（SCOPE 21）を開発し、2008年の大分製鉄所に続き、今年名古屋製鉄所でも設備が稼働しました。

内山田 それは大変有意義な取り組みですね。企業には「競争領域」と「協調領域」があります。従来、日本の産業界では協調領域が小さく、競争領域が圧倒的に大きかった。大きな開発成果を生み出すためには協調領域を増やさなければなりません。例えば、最近で

は次世代バッテリーの開発について、文科省・経産省とバッテリーメーカー、素材メーカー、大学、ユーザーが、材料研究と生産技術研究を分担して開発を進めており、そこではスプリングー8[※]のように、研究開発に必要な大型設備を共同で使用できるなどのメリットが生まれています。

宮坂 当社としても、日本鉄鋼業の国際競争力を高める取り組みを主体的立場でさらに推進していきたいと思っています。

最後に、技術者の先輩として、エンジニアや研究者にメッセージをいただけますか。

内山田 自分の仕事を、労働対価としての業務と捉える前に、それをやる意義を見いだすことが重要です。私自身がエンジニアとして育ってきたと思うのは、モチベーションを維持するための強い「志」を持つことが大切だということです。若い人に限らず、技術屋は技術の話をするときは肩書きを使わず、技術屋同士として議論してほしい。肩書きは決めるべき、責任をとるときに使うものです。社内ではエンジニアに対して、「仕入先とも看板や職位をはずして本音で技術論を交わし、決めるときにトヨタの看板と自分の肩書きで決めてくれ」と言っています。

宮坂 エンジニアとしてここは自信があるという成功体験を持つことが大切ですね。上司が目標を掲げるときに、目標が高くないと到達点が低くなり、高すぎても萎えてしまいます。適度な高さの目標を段階的にうまく設定する、上司の力量も重要です。

本日は技術者個人から産業界への提言まで、幅広いお話をいただきありがとうございます。

（この対談は2013年8月1日に行われました）



SCOPE21は、原料炭の事前急速加熱などの革新的技術開発により、コークスの品質向上、コークス製造時間の大幅短縮を図り鉄鋼業の国際競争力向上を実現する、世界初の技術。(財)石炭利用総合センターと日本鉄鋼連盟との共同研究として実施された。

※スプリングー8 (Spring-8)
兵庫県の播磨科学公園都市にある世界最高性能の放射光を生み出す大型放射光施設。物質の解析・分析の画期的手段として共同利用されている。1997年に供用開始。

