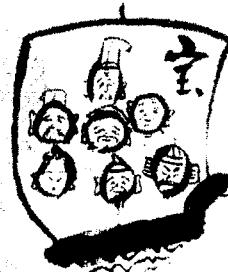


新春特別企画

座談会

“自動車軽量化とFRP”



座談会出席者（50音順）

大平 英二氏（経済産業省）

河西 純一氏（いすゞ自動車（株））

林 直義氏（（財）日本自動車研究所）

福井 英輔氏（福井漁網（株））

松井 醇一氏（（株）ベンチャーラボ）

司会 高橋 淳氏（東京大学）

オブザーバー 笠野 英秋氏（情報・編集委員長、拓殖大学）

笠野 あけましておめでとうございます。

本日は、お忙しいところ座談会にご出席いただきましてありがとうございます。とくに司会の高橋先生には、この座談会の企画の段階からご協力いただきましてありがとうございました。

自動車の軽量化という今回のテーマは、非常に興味あるテーマです。というのは、いまFRP業界も今後の方針を模索しておりますが、その中で、一番身近にある自動車になぜFRPが使われないのかということがあります。9月にアメリカのCFA 2002視察へ団長として参加しましたが、展示会場には自動車のコーナーがあり、こんなにFRPを使っていると随分PRしていました。今年のCON-EXではスポーツカーが一台展示されました。これが比較になりません。また講演会も聴講しましたが、欧洲の各種FRP自動車について時間をかけて聴衆にPRしておりました。これに対して日本はまだまだとの感を深くしました。

本記事は、平成14年11月26日に収録したものです。

いろいろな理由はあると思いますが、本日はそういうお話を含めて聞かせていただきましてFRP協会に少しでも役に立つ情報をいただければと思います。

よろしくお願ひ申し上げます。

自動車軽量化と環境問題

高橋 笠野委員長より司会を仰せつかりまして大役で恐縮いたしております。本日お集まりのみなさんには、日頃より車を軽くすることについていろいろとご相談させていただいております。新春座談会ということで、いろいろな方のヒントになるような明るい話題をご提供いただければと思いますので、よろしくお願ひ申し上げます。

さて、欧米および日本も含めて自動車軽量化が話題となってきた背景として環境問題があると思います。最初にみなさんの自己紹介も兼ねまして、省エネあるいは温暖化対策といった背景について、まずは林さんから自家用自動車の研究ということでご紹介いただけませんでしょ



大平 英二氏

うか。

林 いま自動車は、環境問題をさておいては売れません。経営の一つの軸に環境問題があるという認識でここ数年動いています。特に最近は、大気汚染についてはアメリカがリーディングカンパニーとして頑張っています。ヨーロッパでは10年前にドイツが温暖化(CO₂削減)に絞って自動車として何ができるかを考え、彼らは国策としてディーゼル車に力をいれて頑張ってきて世界を引っ張り、リーディングカンパニーだと言おうとしています。その中で京都議定書などにも出てきていますが、2008年に現在200~180 g/km のCO₂を140 g/km 以下に、2012年には120 g/km 以下を目指しています。そうなると2010年までに3割以上下げるおかないとそういう資質がないということになってしまいます。

自動車を販売する場合、3割燃費を良くしなくてはなりませんが、これは大変なことです。ディーゼル車は可能ですが、エミッションの問題があってこれに対する答えがまだみつかっていません。ハイブリッドカーでは日本が世界をリーディングしていますが、モーターをつけてコンプレックスになって価格も上がっています。ヨーロッパではアウトバーンで走ると電気がなくなり元の木阿弥ではないかと言ってディーゼル車を何とかしようとしています。燃料電池自動車が出てきてこの燃費を3割上げるということは、理想論ではあるものの解決するまでにはまだまだ時間がかかります。

今後10年を凌ぐためには、今のガソリン車の燃費をどのように上げて行くかでしょうが、今のエンジンを改良しても1割がいいところです。空力とか抵抗値を下げたりいろんなことをやっても1割ですので、残りの1割を軽量化でやろうということになります。軽量化は感度の鈍い下げかたで、1割燃費を良くするためには2割軽

量化する必要があります。いまの平均的な自動車は約1.1トンですので、220キロ軽くするためには、ボディー全体を軽くするということになります。鉄やアルミも軽量化を進めていますが200キロ以上軽くするためにはいろいろな課題があり、素材として有望なのがCFRPです。

200キロ軽くして経済性を持たせるという基本技術をここ数年のうちに作っていかないと、ガソリン車がハンデキャップレースになって、ハイブリッドカーなどを加えた平均値で140 g/km を達成するとか日本の28%向上というのを行わなくてはなりませんのでとても大変です。いかに軽く効率よく車を作れるかということが、いまの最大のポイントになっています。

軽量化のキーワードはボディー

高橋 いま自動車の軽量化にCFRPが注目されるようになった経緯を紹介いただきました。河西さんのところでは、これまで自動車には主にGFRPを使っておられましたが、同じような経緯で最近改めて基礎素材の再検討は考えておられますでしょうか。

河西 当社の立場としては、いまは生き残るために大変であまり先のことをやっていられないという状況ですが、ここでは新しい観点で私見を述べさせていただきます。

やはり林さんが仰ったように、ボディーをどうするかが一つのキーワードだと思います。繰り返しになりますが、鉄屋さんは連合を組んでULSAB-AVC (Ultra Light Steel Auto Body-Advanced Vehicle Concepts) というプロジェクトを行っていますが、当面の改善には役立つと思います。またアルミで3割以上軽量化するというと、同じ金属どうしなのでとっつきやすさはありますが、既存の生産設備をそのまま使いにくいという点で性質が違いますので、個人的には個々の技術的な面で難しいかなと思います。

FRPのハイブリッドカーや燃料電池(FC)車は、従来のガソリンエンジン車と比べた場合に自動車の構造が大きく変わってくるというところがありますので、既存のプレス、溶接、組立てというボディーの製造プロセスでハイブリッドカー・FC車に対応していくことはベストチョイスかどうかの見直しが必要ではないかと思います。カーボン繊維の織物を利用したものなどをどのように使っていくかボディー構造を根本的に見直していくば、ハイブリッドカー・FC車に適したボディーも可能性としてはあります。

FCやエンジンの改良のためといった自動車の動く・止まるというような面白い技術には専門的な開発部隊としてお金と人をつぎ込んでいますが、いざボディーとなるとそこまで人はつぎ込んでいませんし、つぎ込むにしても生産技術から設計技術・材料技術すべてがからみ、安全性・振動、騒音・断熱性などのいろいろな性能もあるので総合的な性能改善に本気で取り組んでいる人はいないのではないか。』

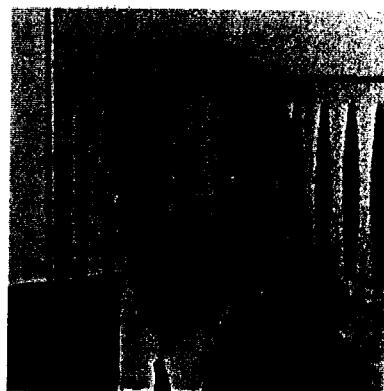
自動車の機能も製造プロセスも知った人も入れてなつかつ自動車の用途技術に詳しい人たちが集まってやれば、道が拓ける可能性はあるのではないかというのが個人的な感想です。お前がやれと言われても能力がなくてできませんが…。

高橋 まさにそういうことを日頃話していますが、今の段階では、例えばボンネットやドアなどの部品をFRPに置き換えたたらどのくらい軽くなるといった程度の話までです。本当にFRPのメリットがでる一体成形というところは、自動車の設計が分からぬ原材料やモールダーの方が主導的に取り組むことは難しいでしょうが、いま河西さんが仰ったような交流が始まれば、そういったことができる方はたくさんいらっしゃると思います。コンソーシアムでも勉強会でも何らかの形で交流ができれば良いと思います。例えば部品点数を1/3にすることを目標にして、どこを削ればいいかということは我々の得意分野ですから、河西さん、林さんにはないアイデアも一杯でてくると思います。

FRPにはデータベースがない

林 その時に、自動車側が何をしたいのかを言って欲しい、どうして欲しいか分からぬと言われてしまします。一緒にやると設計技術や基本技術がないと言われますが、FRPは基本的には材料特性すらありません。申し訳ありませんが、FRPは一般工業材料として使おうとしてもダメな材料です。手間暇掛けたら高価になってしまいます。自動車を百万台作る場合にはそこまでの大量生産技術がありませんので、マジョリティになりません。スポーツカーなら別ですが、一般には普及しません。その辺が、攻める時にきっかけとなる足場がないという事です。

航空機のデータを持ってきても、オートクレーブで1週間待ちなさいと言われたら自動車はもうだめです。断層的に替わるといったことがないと行き詰まってしまうと思います。20年前、10年前にも同じことをやってき



河西 純一氏

たことがあります。我々のところも10年前に機械を購入してハンドレイヤやRTMでやりましたが、繋がりませんでした。完成した姿を考えると何か特性が足りません。それをいまはしょうがないとやっているから、できたときも答えがありません。

いまはできなくてもいいからこんなものがあってこうしたらしいぞ、それをどうやって実現するんだと、少し乱暴ですが、そのぐらいしないとまた20年前、10年前と同じ事になると思います。とことん絞りこまないと教科書的にこんな素晴らしい材料がありますよと言われても他の材料には勝てません。

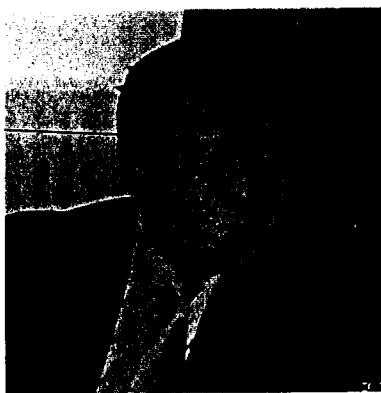
福井 材料メーカーの立場で言うと、ユーザー側の設計・構造のところが分かりません。共同で開発するとしてもお互いの限られた予算もありますので深いところまでいかずになってしまいます。一般的には、ある程度まで開発して、まぁこんなもんかということが多いのではないでしょうか。

もちろん採算は大切なことです、目的を絞ってやらないと本当の開発は難しいのではないでしょうか。

航空機の軽量化

高橋 FRPは機能性も含めて材料側のデータが良く見えないとのことです。松井さんはISOにも関係しておられましたが、航空機のほうでは組立て産業からのニーズに応えられるデータベースがありますよね。

松井 CFRPのデータベースは機体メーカーの所掌であり、材料メーカーでは作れません。実機の構造は単層板ではなく高度な設計思想に基づいた多層積層板ですから、どのような積層構成について何を測ればよいかが分かりません。基盤技術促進センターと日本航空機開発協会が工業技術院から受託した研究で、機体メーカー3



林 直義氏

社が炭素繊維メーカーの最新材料について設計のための広汎なデータを採取しましたから、航空機については基本的なものができたと言えます。

軽量化の歴史は多分航空機が先行しております。1974年のオイルショックで燃費価格が高騰し、最初に悲鳴を上げたのがエアラインでした。あのままどんどん燃費が上がったら到底航空機の運用ができるないという問題に直面し、まず最初にいま就航している航空機の金属部品をCFRPに置き換えて省エネの効果を確認しました。次にボーイング757、767、エアバスA300の開発時にCFRP独自の設計による部品が採用されました。それでやってみると燃費削減が実証され、複合材料についてまだ充分蓄積があったとは申せませんが既存技術で対応することができました。ところがその次の777の場合には、767では軽視されていた衝撃を受けた後の圧縮強さが低いという問題が指摘され、改良のために高価な材料を使い高価な機体になってしまいました。結果からすると、777は747の販売不振を埋めてよく売れ成功したプログラムとされていますが、完成した時はちょうどアジアが不況に見舞われアジア系エアラインが高価な777を購入しなかったために、ボーイングの社長から今度生まれてきた子供(777)は、不肖の息子であると言われるような始末でした。

この度、エアバスがA380を作るについては斬新な考え方が採用され、部品を大型化しよう、複雑な構造を一体成形しよう、自動成形機を積極的に使おうと新しいアイデアを盛り込んで軽量化と低コスト化を達成しようとしています。自動車への複合材料の利用につきましても、現在、置換が可能な部品について実績がでかけているところでしょうが、部品点数が多くそれを溶接とボルト締結で作る方法をエアバスのように一体成形すること

で対処できないでしょうか。イギリスのロータス社の工場を見学したとき、卵の殻のような形状のGFRPボディーを上下二分割してRTM成形し、シャシーと車輪をつけるといった簡単な製作方法を採っていました。ロータスは今年のJECに素晴らしいCFRP車を出していました。数点のCFRP部品を組立てる普通の自動車の作り方が図示されていましたから、なにかの理由でGFRPからの転換があったのでしょうか。

FRPを使う場合は、コスト削減のために航空機で検討されてきた「材料の種類は少なく、組合せ方を多様に、プリフォームの製造を自動化し、複雑な構造を一体成形する」と同じ技術が使用できると思います。自動車は飛行機ほど部品点数が多くなく、寸法も小さいので楽ではないでしょうか。エアバスの考え方をそっくり自動車に持っていくと考えている人たちがいると思います。

ULSABでは軽量化のために20種類もの材料を部位別に選んでいますが、複合材料なら大幅に単純化が可能でしょう。全てを複合材料で作ることは有り得ませんから、ハイテク金属との組合せは必須です。いずれにしても思い切った軽量化のためには、新しい考え方を求められます。ロータスのGFRP車のようなシンプルな車を作るのは如何なものでしょうか。

自動車の開発サイクルは1~2年

河西 既存の生産技術での発想しかありませんので、それをできる自動車側のエンジニアがいないと思います。例えば外観フルモデルチェンジをしてもフロアのあるパネルは共通にするとか、本当の意味でのフルモデルチェンジというのはほとんどありません。エンジンを新しくする時はボディーはマイナーチェンジであったりその逆であったり、部分的なモデルチェンジの繰り返しで法規対応の仕様も決まっている業種です。

林 できない理由が二つあります。一つは仕事が分業化しており自動車全体を設計する人がおりません。もう一つは安全性も設計段階でシミュレーションが必要です。データベースがクーポンであろうとなかろうといまのCFRPだとまずシミュレーションに乗りませんし、これを作るのは大変なことです。いまの自動車の開発サイクルが1~2年という短期間で競争して新しいものを出しますので、設計段階で安全性が見えないと前に進みません。

松井 今日までの車とは異質なモデルを提案されても評価し難いということでしょうか。

林 データインベントリだけを差し替えたなら CFRP が使えるかと言ったら、破壊メカニズムが違えばそうはいきません。航空機の場合は、作り方の前提がありますよね。いま工業製品の自動車を作ると言ったときに作り方をどうするんですかと。たとえ RTM で 5 分でできても結局はダメです。

縦にコスト横に生産台数を書いて大量生産を示す図がありますが、鉄の場合は 1~2 万台/月で下がりボトムになります。FRP の場合、初めは安くても機械を入れるために 3,000~5,000 台で一度上がります。このギャップがある限りダメです。即ち 5,000 台/月のレベルで鉄よりもコストが下げる見通し・シナリオが要ります。

河西 林さんのお話しのように適材適所といった発想も大切だと思いますが、残念ながら自動車会社の材料屋でそれをできる人間はほとんどおりません。鋳鉄・塗料しか分かりません。あるいは分析・鑄しか分かりませんというのが材料屋の世界になってきています。自動車全体でも、エンジンの吸気系部品の設計担当、シャシーの舵取りの専門、もしくは乗り心地の専門ですといったように装置がある特定の性能に人が割り振られています。

松井 それはよく分かりますが、なぜロールスロイスは最初に CFRP ファンブレードを使った RB 211 エンジンができたのでしょうか。彼らはその前に GFRP ブレードを使って実際に飛行試験を行い可能性を確かめたと述べています。また、最初に航空機のレーダードームに GFRP を積んだのもイギリス人とアメリカ人が合同してやりました。民族性の差というなら仕方ありませんが、今の日本人は冒険しなくなったのでしょうか。

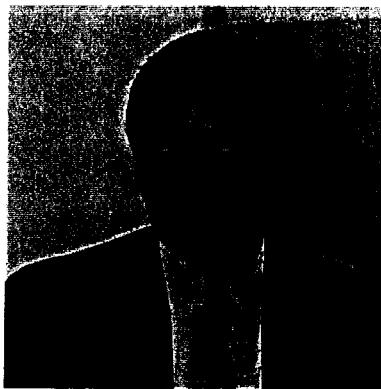
林 第 2 次世界大戦に負けていなければ、多分航空機はもっと頑張りましたよね。

松井 新幹線でもフランス TGV (超高速列車の略称) は車体を RTM 成形した CFRP で試作しています。イスラエルでもガラスのフィラメントワインディングで GFRP の車体を作っています。日本では、プルトルージョンの CFRP 板材を金属構造と同じ作り方で組立てた例がありますが一体成形の試みはありません。

フランスでは外洋レース用の大きなヨットを作つて世界的なレースをやっていますが、我が海洋国日本ではやっていません。

林 あれはスポンサーがいるかいないではないですか。ヨットレースはハイクラスのレジャーですから日本ではファミリアではありませんよね。

松井 王様がないのですね。(笑い)



福井 英輔氏

林 お金を出す貴族がいませんでした。文化の発展には、貴族がいて随分助かっているようです。

松井 そうすると CO₂ を減らし、安く作るアイデアが湧いても、量産して儲かる確証がなければ実現しないということになりますか。

いかに安く量産できるか

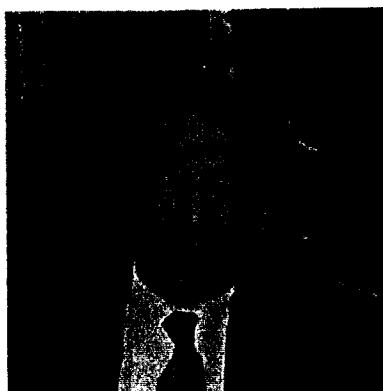
林 先日のモーターショーでは、GFRP のボディーの小さな面白い自動車もありました。これはあまり台数を作らないから型代も安く済むというメリットがあると思いますが、いま世界で競争力を持てるのは、品質を維持しながら安く量産できる自動車です。

松井 いまの技術のままでは難しそうであり、量産性を重視した FRP 製造方法を考え出さないと前に進まないということですね。

林 インドや東南アジアではせいぜい数十万台マーケットです。1 社で何万台規模ですので、少ない数をいかにうまく作るかです。一方、1 機種で 20~30 万台作るというのがアメリカ式です。FRP の軽薄短小で身軽にどんどんできることが本当は望まれていますが、価格が高いというのが致命的です。インドで高い自動車を買って下さいといつても日本より GDP が低いのに買える訳ないだろうということになります。

松井 国の約束の CO₂ 削減達成には課題がたくさんあって思い切った手が打てませんね。

林 例えばヨーロッパの CO₂ 規制もあります。燃費を 3割上げる必要があります。ガソリン車では小さくするかハイブリッドカーになります。ハイブリッドカーにするといま燃費を 1% 上げるのに 1 万円かかります。ディーゼル車でも同じです。単純な計算上では重量を 2% 軽くすれば良いということになりますが、目方だけでやって



松井 駿一氏

いくと価値観がありません。移動体が軽くなるということですから、目方だけの方が本質的な価値は高いですが、そうはいきません。ハイブリッドカーはなんかカッコいいなあとか環境にいいから乗ってる面があります。しかし、ゴルフバックを積みっぱなしで燃費を悪くしていたりそういう世の中です。

軽量化はベーシック技術でいいのですが、派手さとかアピール度がないから普及させるためには各社の底力で頑張るしかないと思います。

大平 軽くなったという実感が湧かないからですね。パソコンだったらすぐ気になります。

林 自動車のボディーが約400キロですから、CFRPを使って鉄を半分の200キロにしなくてはなりません。CFRPを3~4割入れてやっても剛性率は成立します。強度も成立すると思います。あとはいかに安く量産できるかになります。いまの人気車種は1機種30~40万台ですが、これをワンラインかツーラインで作りますから、同じ事をCFRPでやるといった時にどうなるでしょうか。現状では、ものすごい広い土地が必要です。やはり現実的に考えると60~90秒単位でどんどん流れなくてはなりません。GFRPのナイロンのガラス30などはインジェクションでどんどんできますから、有効なところにはどんどん使っています。繊維の表面処理技術さえできれば絶対軽くなりますから伸びると思います。

松井 日本のFRP企業はたくさんありますから、総力を上げることができればそういったラインもできるでしょう。

林 日本でもできるでしょうが、結集できないだけです。

松井 どうやって結集するかですね。

林 そのときは苦しい時の神頼みです。大平さんのと

ころへ行きましょう。(笑い)

量産する車を作るというよりは実験車を作るんだと、そこで技術を確立してあとはみんなで持ち帰って競争だと、それにジョイントしろというのも手だと思います。

自動車用FRPは今からスタート

松井 自動車用鉄鋼は需要量が増えてくる過程で設備投資を行なって生産能力を上げコストを下げてきました。FRPも今からスタートなら状況はまさに同じです。3年以内にと言われるとしんどいけれど、少し余裕をもって最初1万台から始めるのであればできると思います。FRPメーカー10社位に声をかけてスタートするのは如何でしょうか。

林 ULSABみたいなパターンをCFRPの自動車でやってみたらいいですよね。

松井 ULSABのFRP版を作つて問い合わせないといけませんね。

鉄鋼は強度と成形性を両立させるのが難しいと書いてありますから、FRPと金属の組合せによってインテグラル構造を一発成形して軽く、強くする方法を考えるのが大切です。元気のいいFRPメーカーが集まり、金属や自動車の人達と一緒にアイデアを出し、ものを作つて実証し、業容を拡大する絶好のチャンスではありませんか。

林 ULSABではハイテン材を使っていますが、現状の40キロ級のレベルに対して100キロ級の適用に挑戦しています。日本ではナノハイテンが期待されていますがまだまだです。CFRPも構造が違うため、使えるところはあってもまだその手前です。

日本が工業立国として生き残るために何をやるべきかということです。自動車産業はそこそこやってますが、CO₂はドイツに安全性はアメリカに生産は中国に負けています。日本は技術で勝つべきであつて、「大きくて軽い」これが日本の売りものですよと言えるようにすべきです。各メーカーの技術のベースを上げていかない限り残されてしまうという状況のような気がします。

松井 いまのご意見はFRP側のやるべきことをつけられている感じです。

林 これはアルミ屋さんが10年前に自動車の軽量化にはアルミだと言ったらアルミが注目され、鉄屋さんはアルミ屋さんを買収しましたよね。自分のところの傘下に入れて数年したら、アルミには負けないと見切りましたが、CFRPは価格が高くて当然相手にされませんで

した。

松井 それは需要と供給のバランスの問題です。先ほどのような数字が現実になれば値段は下がります。

林 そうですね。その時に、ものを作る手段も含めて活用するところをみんながオリエンテーションできればいいのですが…。

松井 ナイロンを導入した当初は、アメリカで量産されていたストッキング用の細かいフィラメントができず、作りやすい太い糸を作つて漁網に使っていただいていました。やがて技術が向上して細い糸が作れるようになり用途が拡大し、新たにポリエステルやアクリル繊維を加えて質・量ともに合成繊維の時代を作り上げました。量が増えれば原価が下がり、連鎖的に需要が増大することを経験していますから、炭素繊維についても楽観的に見ています。

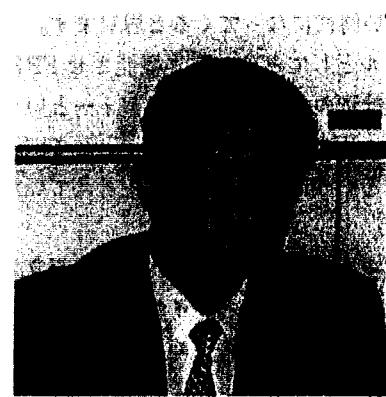
なによりも重要なことは、新しい試みをためす機会に巡り逢うことであり、鉄やアルミだけでなく、ぜひFRPを候補に上げてください。GFRPは以前から自動車部品の実績がありますし、新型モデルや少量生産車では構造にも使用されています。レーシングカーはCFRP製であり飛行機と同じ材料、成形方法で作られています。

林 F1(フォーミュラワン)のようなレースの世界では、CFRPが使われるようになって死亡事故が減りました。ぶつかってもつぶれないですから、特性的には絶対優れています。これをいかにうまく活用するかです。

自動車車体の軽量化プロジェクト

大平 経済産業省では自動車車体の軽量化のため、本年度からアルミニウム、超微細粒鋼に関するプロジェクトをスタートさせており、さらに来年度からCFRPに関するプロジェクトを開始する予定です。今後の進め方の課題の一つとして、それぞれの素材を部位毎の住分けで考えていくのか、一つの材料に絞り込むのか、ということがあります。最終的には自動車のコンセプトに応じて、適切な素材が採用されるでしょうし、これらプロジェクトはその土台となればと期待しています。

それと構造の考え方ですが、今軽量材料というと、どうしても今の部品を軽量材料にとりかえる発想をしてしまいますが、全く新しい構造というものもあり得ますよね。5年ほど前にGM(ゼネラルモーターズ)の電気自動車を見たとき、専用のボディーを作っていたのが印象的で燃料電池自動車を5万台入れる目標もありますが、レイアウトフリーの構造でもいい筈ですよね。



高橋 淳氏

林 もちろんかまいませんが、制御などのことを考えると難しいと思います。5万台といつても1社ではありませんので、各社で1万台とか生産台数は少なくなります。そうなると既存の車のボディーを活用して安く作らざるを得なくなります。普及させる場合には価格が絡められます。助成金だけでは安くなりません。

大平 短期的にはパーツの置き換えになると思いますが、その先を考えていくと地道にやる必要もあると思います。

林 5万台が50万台500万台になれば、商売ですから文句言わずにやるしかありませんが、いまはまだその手前ですから。

河西 ちょっとした現象でがらっと変ってしまいます。

林 音の面では電気自動車はすばらしいですね。

大平 加速もいいですよね。それをアピールした売り方もあるのかなという気もします。

モジュールが次のキーワード

林 乗った人に納得させられるような技術が見える形にすることは大事ですね。これからはモジュールになっていきますので、もっとやり易くなると思います。

河西 モジュールは一つのキーワードかも知れませんね。

中国の話で思い出しましたが、冷凍トラックのバンの化粧板にFRPを使っていました。アルミもありましたが当社ではFRPを使い、化粧板は中国から輸入した方が安いので購入していました。白いゲルコートで仕上げた数mの大きい板です。例えばバスの外板にFRPを使つたりして、生産台数の少ない売れない自動車をいかに安く作るかということでFRPを使いましたが、機能としては意匠です。これからのFRPは形とみためだけでは

勝負できない時代になってくると思います。

モジュールとしてどのように機能させFRPだけでダメなところは別のもので補い、ボディーという機能をどうモジュール化するか、モジュールとして別途な機能を出させるかということを、高橋先生考えていただけないでしょうか。

高橋 航空機業界がやってきたように組立て産業側がコンペをさせていろいろとアイデアを得て、有望なものは磨きをかけてものにしていくという姿ですが、あれは航空機産業が独占産業だからできたのでしょうか。いろいろな部品メーカーが競ってアイデアを出して徐々にFRP特有のインテグラル構造になっていった航空機の機体のように自動車でもできないものでしょうか。

林 CFRPもヨーロッパの方が早く使われていくと思います。部品メーカーが自動車メーカーに供給していますから、自分のところ1社で製造すると数をまとめられます。彼らが目指して居るのは、すごくいいものをたくさん安く作って誰も入ってこられないようにすることです。

自動車のリサイクルは?

高橋 ところで、航空機産業と決定的に違う点は、リサイクルを考えなくてはいけないことだと思います。今まで一言も出てきませんでしたが、リサイクルは後でどうにでもなるということでしょうか。

林 まずは量産が優先されています。

大平 鉄は何十年も生産しながら対応してきましたが、FRPは出た瞬間にリサイクルが問われますね。

林 車のボディーに使っていくと何とかしなくてはいけませんよね。

高橋 車の年間平均走行距離は、乗用車が国内で1万キロ、外国で2万キロ、商用車では5万キロ以上。10年走ると数十万キロになりますが、FRPの耐久性を考えればもし繰り返し使って最後は熱回収という姿が認められれば、エネルギーをかけてマテリアルリサイクルする必要がないかも知れません。

林 それが中古車になって東南アジアで更に走ります。

高橋 FRPでは百万キロの単位をターゲットにできると思いますが…。

林 航空機のように寿命が長ければ別です。トラックの寿命が長いといつてもたかが知れています。ガソリン車は更に短くなります。

高橋 意匠性を考えると外回りは何度も使う訳にはい

かないと思いますが、プラットホームの部分で長く使うようにすればエネルギー原単位の高い材料ですが導入は可能だと思います。ただし最初から10年しか使わないで即リサイクルというコンセプトがあると入り難い材料ではありますよね。リサイクルし難いことが攻撃の対象になっていますが、燃費を上げて石油を節約する量の方がはるかに多くなる可能性があります。

林 バージンアルミを使って4割ボディーを軽量化しても、バージンアルミを使うためのエネルギー量が大きいのでリサイクルが必要となり、再使用を含めたトータルで何とかなります。CFRPのエネルギー原単位がどのくらいかで決まりますが、アルミに負けないくらいは使っていますね。

松井 もっと大きいです。

林 とすれば使用量を下げるか、長く使うか、あるいは再使用しないと。例えば長纖維系でボディーパネルを使っておいて、切り刻んでフロアに再使用するとかですよね。基本的な考えは必要ですが、いまそのことを言っているとせっかく芽が出そうなものをまだ特性も出していないのにリサイクルでつぶしてしまうことになります。まずは特性のことをとことんやってそれからリサイクルのことを考えていくべきです。

大平 メインではなくても考慮に入れておくべきですね。

林 もちろん考えておかないとまな板に乗れなくなってしまいます。

如何にユーザーへアピールするか

大平 軽いということをどうアピールしますか。FRPでもアルミでも鉄でも軽い自動車を買って下さいと言ったときのアピール性ですよね。

林 まずは燃費の良さでしょうか。運動性能も良くなりますがメーカーによってはエンジンの性能を落としても価格を下げる場合もあります。軽いことがいいことだと言うのは事実ですが、それを具体的に説明するのは難しいですね。

大平 ハイブリッドカーは確かに燃費の向上ということもありますが、斬新だと面白そうだとかいうこともありますよね。

林 ハイテクイメージがありますからね。

河西 鉄腕アトムが出てきますからね。(笑い)

林 やはり遊び心も必要です。車は生活必需品でもあり贅沢な遊び品でもありますから、軽さだけを追求して

もうまくいかないかも知れません。ネーミングなども大切です。

高橋 複合材料は機能性を売りにしているところもあります。

林 電気伝導性やEMI特性が良いといつても楽しくありません。アクティブカーボンが繊維に入っているので変な臭いを吸収しますといったプラスアルファーを言わないとダメですよね。熱伝導の良さを人間の五感六感に訴えるものにならないと困ります。

高橋 繊維と樹脂の組み合わせで比強度・比剛性を追求するだけが複合材料ではなく、そもそもいろいろな複合的な特性の材料が作り出せるところが複合材料の特徴です。

林 その機能として強度になるのが問題です。

河西 素材メーカーさんはテストピースの物性値で議論されますが、それが加工・組立されて商品になった時のことをお聞きしたい訳です。素材メーカーの方とお話しして一番感じるのはその差です。それを設計に対してアピールするのは私ら自動車会社の材料屋の仕事だと思いますが…。

福井 まずそれを言わないと話に入っていけません。

少し話しがそれますが、ワールドカップサッカーのネットは当社で作りましたとか、PRも工夫しています。もし自分が自動車の成形屋だったらもっと何かやっています。

残念なことですが、まずアプローチするのに試験片のデータを持っていかないとすぐに帰れと言うことになり、土俵にのぼらせていただけません。やはり、がっちり組んでやることができれば河西さんの仰ったようなことはご提案できると思います。

林 アドホック的に有志が集まってみんなでプラットホームを作ろうよ、その後は競争だよと言ったことをやらないと、初めから競争になってしまっていいアイデアは出ませんよね。ベンチャーをやろうとしたら、いかにいいことを発想するかが勝負ですから。

松井 ノウハウが開示されているようでありながら、肝腎のところは出てきませんね。

林 自分のところのビジネス領域を広げるためにここまで出しなさいというぐらい太っ腹でジョイントして、ひとつの塊ができてきて伸びていくというような大きなプラットホームになればいいですね。いろいろなところでベンチャー的なものも大きなプロジェクトもありますが、散在しているのでエネルギーレベルは低いと思いま



笠野 英秋氏

す。これが集まるとエネルギー準位が上って次のレベルに進めます。

松井 競争して打ち合いするから強くなりますが、いまは打ち合いしようにもテーマがありません。

林 アルミがいいのは金属ベースですから、鉄の世界にアルミの物性値を持っていけばかなりのことが鉄と同じようにできます。計算ができるからやさしいですよ。ただし表面処理や溶接など違うところは残っていますが…。樹脂はそのレベルまで行っていません。

松井 いままでは、航空機部品のノウハウがゴルフクラブ、テニスラケット、レースヨットに広がっていった歴史です。GFRPは、最初は航空機ですが舟艇と電気絶縁用途に使って性能が認められ急拡大してきました。

これまでのお話を伺っていると、自動車メーカーの思いと材料・成形メーカーの想いには距離があってなかなか話が通じません。まず話し合いの場をつくり、知識を共通の財産にすることでしょう。

林 5年努力したら鉄に替わるボディーコンストラクションを作れるとなればみんなやりますよね。まだそこが見えていません。

松井 米国でBFRP, CFRP, AFRPが国防分野から出てきた理由は、何がなんでもやらないと戦争に負けてしましますからそれこそ必死になってやったと思います。それに比べてCO₂を何割削減しようと言っても、誰がやるのとばかりに傍観しているように見えます。

林 小さくした方が早いというのも不安ですね。原材料は減るし安くなります。

松井 ヨーロッパでは小さい車が走っていますが、乗り降りが窮屈であって、乗ると狭い空間に閉じ込められ、ぶつかったり火がついたらどうしようという恐怖を感じました。心理的な要素がありますから、簡単に小型化へ

進むとも思いません。

林 いい技術を持って小さくしなくとも燃費を向上させられるといった競争力が一番欲しいですね。

松井 自動車メーカーは経験と実績から車に対して確固たる考え方をお持ちでしょうから、素人がいろいろと新しいモノ、新しい考えを持ち込もうとしても所詮無理な話で門前払いだと思います。現実的には、勉強会でも始めて両方の納得できる提案を作ることではありませんか。そのような会合に参加してみようという方がおられたら大歓迎です。

林 経済産業省さんは、公募制度ですか。公募であればいい企画を出せばどこでもチャンスがありますよね。アドホック的に寄り集まって出してもできますね。

松井 ものを作らなくても考え方を提示するだけでもいい、面白いアイデアを持ってくることが先ず第一と思います。アイデアだけじゃ駄目だ、目に見えて手で触れるものを作ってみろと言われると、ものを作れる人が集まらないとできないし考える範囲が狭まってしまいます。

林 アルミの自動車はコスト目標になりますか。

大平 プロジェクトの中では具体的にはありませんが、実用化の段階では必要になってくるでしょうね。

林 そもそも自動車は初めアルミでできていました。大昔はアルミの電気自動車でした。

大平 アルミの場合は最初に自動車メーカーを集めて計画を作るときに聞くと、当然ながらコストの意識が非常に強く感じられました。

林 一般に売らないといけませんから、絶対にコストパフォーマンスです。だから CFRP でもスポーツカーなら軽さが性能を代表していましたから売れました。

高橋 いろいろと面白い話を聞かせていただいておりますが、時間も迫ってまいりました。最後に一言二言、言い残したことなどがありましたらお聞かせください。大平さんお願いします。

技術を目で見える形にしたアピールが共通の課題

大平 最近の私共のプロジェクトの傾向として、だいたい3年とか5年で成果を求められています。もちろん実用化の観点は非常に大事なのですが、偏りすぎると、今出来ているものしかプロジェクトにならないという懸念もあります。早期実用化を目指したものと、その先を目指したプロジェクトをバランス良く進めていく必要があると感じています。

私共は燃費を下げるための方法でもかま

いませんので、その中で協調もあると思うし競争になるかも知れませんが、その土俵のレベルを上げたいと思います。そういった観点でのプロジェクトを計画しなくてはいけないと感じています。

今年からアルミとか鉄でこのプロジェクトが始まりましたが、計画を作るときにパブリックコメントを取りました。FRP も同様にパブリックコメントを取った上で、ワークショップを開くなりしてその場でもご発言いただけたり、そういった場を設けてみなさんの意見を踏まえてやっていきたいと思っています。

高橋 鉄とアルミは、業界団体が提案するコンソーシアムですよね。

大平 そうですね。

高橋 CFRP による車体軽量化というプロジェクトを次年度から行おうという動きは、もう公開されていますよね。

大平 予算要求に向けた資料は、公開しているものもあります。

高橋 それは広く CFRP のインテグレーション構造の検討をしたり量産車の設計基盤となるデータを揃えるようなものには繋がりにくいものなのかもしれませんので、また別の仕組みを考える必要があるかもしれませんね。

大平 プロジェクトの枠の中でやっていくのか、包括的に実施していくのか考えていかないといけません。

それと、高強度であるとか軽量化とかいう話は、我々は興味がありますが、なかなか買ってくれませんよね。技術を目で見える形にしてどのようにアピールするかは、軽量化材料だけでなく、今あるプロジェクトの共通の課題です。技術開発というより頭の体操といった発想が私には欠けておりましたので、本日は勉強になりました。

高橋 福井さんは如何でしょうか。

中小企業にはフランクな話し合いの場がない

福井 私はいつもやる気がありますが、本日は中小モルダーの立場で出席させていただきましたので、一つ気になった点を申し上げます。

先ほど林さんが、技術が日本になくて生産は中国と仰りましたが、本当にいまの流れは技術はアメリカ、ヨーロッパ、生産は日本を通り越して中国です。当社も先陣を切って無い知恵や金を絞りながらものづくりをやっていますが、中小企業の悩みは、ネームバリューがありませんのでみなさんと接点もなくフランクな話し合いの場もないということです。全国には元気のいい中小企業も

たくさんありますが、中には技術的に埋もれている会社もあると思います。

高橋 そういうえばNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）が車体軽量でテーマ募集しているのをご存知なかったんですね。

福井 知りませんでした。情報を専門に集める部門などありませんから、たまたま気がつけばいいというレベルです。それとNEDOさんというと、はるか雲の上の世界のような気がして関係ないこともあります。

本日のお話しのことは、私共のような中小企業単独ではとてもできません。餅は餅屋として私共でも多少なりとも得意な部分もあり情報もありますので、自動車の軽量化について多少は技術や情報を提供できると思います。ヨーロッパも最終的には国がリーダーシップを取っているようですので、大平さんには頑張っていただきたいと思います。（笑い）

大平 NEDOでは、いろいろな企業からご提案いただく提案公募型の事業を以前から行っています。福祉用具の開発のように中小企業を中心となっているものもあります。NEDOのアピールも不足しており申し訳ありませんが、是非ご活用下さい。

福井 あまり具体的な研究だと生々しくて本音を出さないかも知れませんので、将来のそう簡単に商売にならないような研究開発のほうがいいかも知れません。

大平 以前に比べ制度も揃ってきました。

高橋 多すぎてどれに提案して良いか分からなくなるくらい増えてきましたよね。

河西 私も春に文部科学省の公募に挑戦しましたが、倍率が20何倍あり落ちました。

高橋 続いて河西さんから一言お願いします。

共同作業で技術を結集

河西 自動車の部品の例で林さんからガラス繊維強化ナイロンのインテクマニホールドなどのお話しがありました、自動車メーカーが楽させてもらっているというのは、エンジニアリング部門を開発段階で材料メーカーさんが提供してください、実車レベルに近い実験までやっていただいている。図面の段階からサポートをしてください、性能も上がり軽くなりコストも下がるというのが、一つのモデルケースではないでしょうか。FRPは、ダウやBASF（バスフ）などの超大企業がリードしている訳ではありませんが、彼等のサービス提供の基本は、元自動車会社のエンジニアがたくさんいて専門分野の仕

事を材料メーカーの中でやっています。その結果、材料も大量生産されたグレードが1種類だけ流れGM向にもフォード向けも一緒に、お互い楽をして得をしている訳です。

1社ではできないかも知れませんが、専門を持った方のグループを組織して最初のベースを作ることは必要だと思います。自動車メーカーのエンジニアも決して少なくありません。私の上の年代には試行錯誤でいろいろなことを経験して何でも分かる方もおりますので、うまく活用していただけるような中立の場があると面白いと思います。

林 そういったことはヨーロッパに比べて日本は遅れています。日本の部品メーカーでは太刀打ちできません。しかし、いい面と悪い面があります。

福井 向こうはフリーで独立独歩でやって競争しているから力がつきますよね。コンポジットの世界は、中小企業も系列なしで一生懸命頑張っています。新しいものをコンポジットで提案して、JECでもブースを持ってPRしています。日本では系列/しがらみがあって難しい面が多いと思います。

林 ネジを作っても日本では1千万本、アメリカでは4千万本売れるというように、産業構造的に日本のパイが小さいことも日本のベンチャーが育ちにくい原因ですよね。アメリカならボルト1本でも相当の数を売ることができます。日本ではたとえいいネジを作っても商売になりにくいですね。

松井 全国規模の中小企業展示会があり各県から出展していますが、同じようなネジ屋さん歯車屋さんがあちこちにあります。これはすごいロスです。

林 集中して生産すれば大量生産できますよね。

松井 中小企業の社長さんは、独立自尊、他人の下はいやだと言う人ばかりなので、なかなか共同作業ができないのでしょうか。

林 部品メーカーさんもいい技術を持ち数が売れれば成立します。インテクマニホールドは欧米では軽くすることを優先して安くもできるということで普及させ、提案型でどんどん日本にも入ってきました。知識や設計ノウハウがなくても図面だけあればまかせなさいといったれりつくせりです。日本から部品が出て行くならまだ勝つチャンスもありますが、これでは日本は勝てなくなってしまいます。

個別の技術やカーボン繊維は日本が世界を凌駕して引っ張ってきましたので、それを活用してどうやってイニシ

アチブを取って日本の技術として打って出るんだといった場合、日本のいろいろなところのいろいろな技術をうまく結集させていいものを作って、鉄に替わってFRPが将来に繋がることが少しでも見えてくれば元気が出てくると思います。いまはどこへ行つたらいいか方向性がないから力になつていません。

あるプラットホームまではアドホック的に集まって、3年くらいは大平さんのところにお金をつけてもらって勉強させてもらいましょう。題材になるような魅力的なテーマで集まって、ベースや方向性に繋がるようなことを行つていかないとダメです。

FRP協会さんなどが旗を振って公募型へ応募して固めていけば、可能性も出てくると思います。

FRP側が魅力的な提案を

高橋 最後に松井さんお願ひします。

松井 いまPAN系炭素繊維の世界全体の生産量は年間約2万トンです。まだ生産能力、市場規模ともに小さく、航空宇宙用途への利用から始まり高級スポーツ用具で成長した関係から高性能・高価格が容認されてきました。神戸・淡路島の震災対策を契機に建設用途に伸び、価格低下が求められ、米国でラージトウと呼ぶ安価なグレードが生まれてきました。1年に4,500万ポンド(2万トン)使うなら1ポンド\$5(120円/\$なら¥1,320/kg)と宣伝しPNGVの候補にも取り上げられました。自動車に使うと決まれば、繊維メーカー経営者もアクリル繊維で売るか炭素繊維で売るかの決断をするでしょうし、樹脂メーカーは月産10万台が可能な樹脂・成形方法の研究開発に取組むと思います。そういう刺激が与えられることが大切です。私の経験でもボーリングから目標が示されて急速に進歩したとの思いがありますから、自動車側からのメッセージ発信が重要であり、その意味をFRP側の経営者が理解し受け止められるように説明することが求められます。

ロールスロイスがRB211ジェットエンジンにCFRPを使うと発表し、大阪万博の英國館で展示されたことが炭素繊維メーカートップマネジメントの開発の決断につながった例にならえば、自動車関連の各業種のトップが決断せずにすれはおれない魅力的な提案を行っていくことが必要だと思います。

これは協会の重要な機能の一つでしょう。

河西 一つリサイクルのことを付け加えさせていただくと、それなりに地道な分野を頑張ってやってください

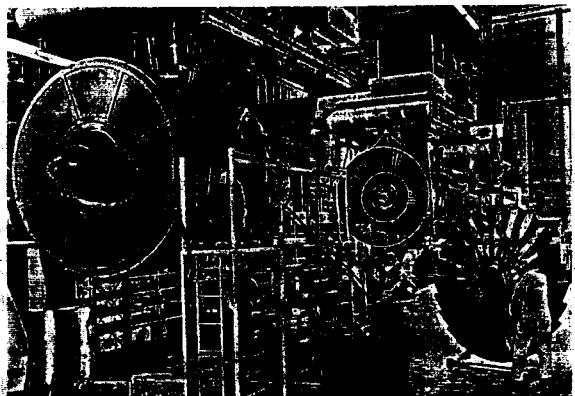


Figure 11.2: Photograph of test-bed and performance equipment in conjunction with the development of the RB 211 engine. Blades shown were made from carbon fibre. Courtesy Rolls-Royce Ltd.

ロールスロイスは旅客機L1011のためにCFRP製ファンブレードを装着したRB211ジェットエンジンを開発(1968年)。鳥が衝突した時の損傷問題で実用に至らなかったが、炭素繊維とCFRPへの関心を高めた点で画期的な出来事。大阪万博覧会の英國館に出品展示された。

R.M. Gill, Carbon fibres in composite materials (1972) London Iliffより引用

ている方々がいらっしゃるので、技術は着実にできつあります。用途さえ伸びれば解決していくると思います。

高橋 本日はありがとうございました。

座談会を終えて

今回の座談会出席者は民側からFRPユーザーとしての自動車メーカーおよびサプライヤーとしての材料・素材メーカーのエンジニア、そして官側から自動車車体の軽量化に関する各種国家プロジェクトの担当者という内訳であった。それゆえ、自動車軽量化のためのFRP適用にあたって、自動車側および材料側がそれぞれ抱えている問題点とそれを解決するための課題や要望が具体的に指摘されると同時に、国としての取り組みの現状も紹介されて、密度の濃い内容となった。座談会での皆さんの話を聞く限り、確かに自動車軽量化へのFRPの適用にはいくつか問題点はあるものの、先ずは自動車側と材料側が一同に会して、この問題についての意思疎通を図るとともに、共通の目標を設定してチャレンジしていくことが必要ではないかということでした。将来、自動車にFRPが大量に使われるようになれば、FRP業界も活況を呈することは間違ひありません。我々も是非チャレンジして行こうではありませんか。最後に、本座談会の出席者ならびに司会の高橋淳先生にあらためて御礼申し上げます。

(情報・編集委員長 笠野英秋)