

■読者の皆様へ■

本書は、1998年3月20日に弊社より刊行した『FRPボディとその成形法』の内容はそのままに、カバー装丁を一新して刊行する新装版です。本書は2014年8月28日の第11刷を最後に、しばらくの間品切れの状態が続いておりましたところ、再刊のご要望を頂戴するようになりました。今後もこの分野に関わる方々をはじめ、広く興味のある方々にとって必要な書籍であるとの判断から、印刷方法を現代の新しい方法に移行するなどの対策を実施して、再刊の運びとなりました。

再刊にあたっては、著者の浜素紀先生がすでにお亡くなりになられていることから、内容の修正は最小限に留め、記載事項については初版刊行時点での内容となっています。ご了承ください。

はじめに

ガラス繊維強化プラスチック(FRP)が、初めて我が国に導入されてから既に40数年が経った。その間、軽くて丈夫で作りやすい特徴が大いに買われ、身の回りのものでは浴室のバスタブから二輪車のヘルメット、浄化槽や水のタンク、デパートのマネキン人形、新幹線の車両の内外装、公園の手漕ぎボート、大型の外洋船、航空機関係、医療関係の機器、果ては本物そっくりの庭石や燈籠、それに30メートルを超す観音像までも作られるようになった。

多くのものがプレスによって工業的に大量生産される一方、ユニットバス、マネキン、ヨットや漁船、レーシングカーなど手作業で少・中量生産される製品もたくさんある。

学校に上がる前から自動車が好きで、上野の美術学校へ行けばアルミニウム板で自動車のボディの作り方が習えるとばかり思い込んでこのコースに入った僕は、現実はそんなにうまく行かないことが分かりかけた頃、アメリカではアマチュアがこの素材を使って自分の好きなデザインでスポーツカーボディを手作りすることを知ったのである。それからといふものはFRPの資料集めと知識を仕入れるのに夢中になり、多くの人たちの厚意と信頼によって実績を積むことができ、自分の工房の基礎を固められた。

子供のときからの工作好きと手先きの器用さが幸いして木工、金工、石膏作業、塗装などをこなし、電気溶接、ガス溶接も現場の職人から習い、この40年ばかりをFRP成形を中心に自分の作品、またさまざまなメーカーの開発試作品、ショーモデルなどの製作を続けてきた。そして、名古屋芸術大学でデザイン科の学生たちにFRP成形技法を教えた20数年間の経験をもとに本書にとり組むことになった。

FRP成形技法は樹脂メーカーのカタログに一応の説明はされているし、デザイン技法の解説書も出ているが、どうもこれらは初心者には少々説明が不足のように思われる。

この本では製品の成形にとりかかる前の原型と雌型の製作、それにいくつかのディテールの作り方などについて、先輩の専門家の方々の解説が補なえれば良いという主旨で書いた。そんな全く自分だけの手探り的な経験談になっているがこの面白い素材で楽しんでみたいという人達の多少とも参考になれば幸いである。

浜 素紀

目 次

I. モノを作る材料、単一素材と複合素材	7
II. FRPという素材、その特徴	17
III. アメリカのFRPボディ車	22
IV. ヨーロッパのFRPボディ車	42
V. 日本におけるFRPボディ車	61
VI. FRP成形の材料	75
①ファイバー(繊維)について	75
②樹脂について	84
③樹脂の調合	87
VII. 原型の作り方	90
①木型	90
②石膏型	92
③発泡材型	104
④粘土型	105
⑤原型の表面処理	106
VIII. 雌型の製作	113
①石膏原型から石膏雌型の作り方	114
②分割雌型の作り方	116
③FRP雌型の作り方(一体型の成形)	118
④FRP製分割雌型の作り方	128
IX. 特殊な雌型の製作	140
①オープンボディの雌型	141
②実車のボディパネルから直接雌型を作る	157
③雌型の脱型	160
④雌型の仕上げ	164

X. 製品の成形	166
①離型処理	166
②成形作業	167
③その他の細かい注意点	171
④製品の仕上げ	179
XI. 修理, レストアへの応用	181
①FRP製パネルの修理	181
②鉄板ボディの修理	190
XII. FRPシートの作り方	194
①ドライビングポジションの図面化	198
②シートシェルの作り方	199
③シートクッションについて	203
④取り付け用ブラケット	206
⑤小型R-2シート, その他	208
XIII. FRP成形に必要な工具, 道具類	214
XIV. FRP成形品の処分と材料の購入	222

参考文献

- Road & Track, John R. Bond社刊
- Style Auto, Style Auto出版刊
- Manual of Building-Plastic Cars, Trend社刊 (Trend Book 112号) Robert Lee Behme著
- Custom Cars, Trend社刊 (Trend Book 109号) Robert Lee Behme著
- Racing and Sports Car Chassis Design, Batsford社刊, Michael Castin and Davis Phipps著
- LIFE, Life Time社刊
- 月刊自動車, ㈱交通科学社刊
- モーターライン, 新生日本社刊
- Collectible Automobile, Publications International社刊
- FRP入門, 強化プラスチック協会刊



トヨペットスポーツ。1960年に久野自動車工業で完成させたクラウンのシャシーをベースにした4座のスポーティカー。僕が最初にデザインしたもので計6台を製造、販売した。

Japan Automotive News
OVERSEAS EDITION

Vol. III No. 21

TOKYO, FRIDAY, APRIL 1, 1960

Monthly

Photograph by S. Sato

Scandinavia No. 100

Toyopet Custom Sports

トヨペット・カスタムスポーツ。1960年1月に完成させ、久野自動車工業で発表会を行った。春先に写真撮影をし、これが日刊自動車新聞海外版、4月1日号の一面に載った。後にこれが英国のオートカー誌編集長ロナルド・バークー氏の目にとまり取材を受けた。おそらく日本製スポーツカーで最初にオートカー誌に掲載されたものではないかと思っている。

朝鮮戦争が終わり、これから日本の景気が好転しようというときだったので、鉄材を始め銅、真鍮の光り物、アルミニウムなどの値が高く、役に立たなくなった車はどんどん解体されていた。

父は若い仲間と一緒に解体屋を渡り歩いたり、どこかで不要になったものがあると聞くと出かけて引き取ってきた。持ち主は不動車をもらってくれればもっけの幸い、という雰囲気だったので買い値もわずかなものだったし、それに自宅の庭が大

コニリオの開発元であるFQCが解散後、ボディ後半部分だけが1個残っていた。1980年代に入りボンネットの雛型をクーペボディからもう一度再製して新しく組み立てた最後のコニリオ。ボンネット上のエアダクトの形がクーペ型になっている他はオリジナルである。しかし、ホンダSのサスペンションはそのままなので、レース仕様より背が高い。筑波サーキットのコース脇である。



コニリオクーペのボディシェルができたところ。いわゆるホワイトボディというわけで、これからシャシーに載せて部品を組み付ける。レーシングタイプではボンネット外への放熱が不十分だったので上面にエアダクトを設けた。フロントのガラスはブルーバード511輸出用を合わせ強化ガラスの隅を少々削って使った。

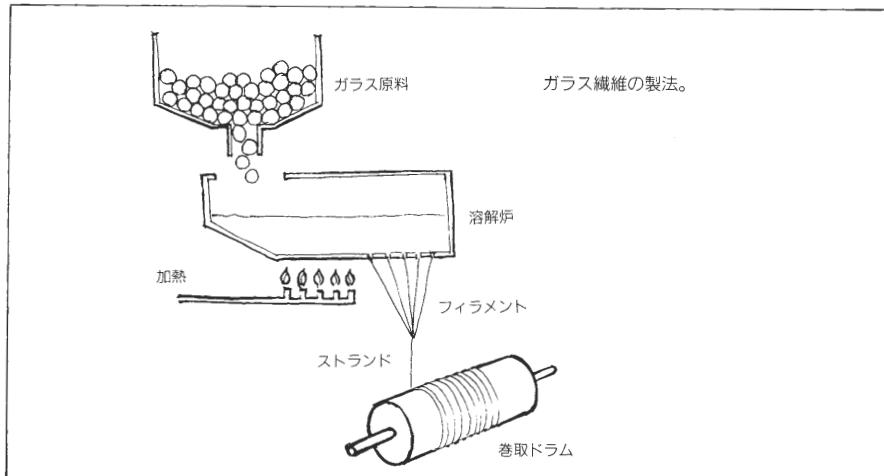


コニリオクーペのボディシェル。レーシングボディの上にキャビンを付けたが、ドアはルーフまで大きく切り込みを入れて乗り降りが楽になるように、またテールはナンバープレートが入る箱を作ったり左右に落とし込みの装飾を付けて変化を見せた。クーペになってもボディシェルだけでは80kg弱のものだった。



当時はアマチュアの手作りのレーシングカーがサーキットで盛んに活躍していた時期で、林ミノルさんのマクランサ、三村健治さんや由良拓也さんのエバ・カンナム、本田博俊さんのカムイなどの懐かしい名前があげられる。

ホンダS 800のシャシーはこのようなカスタムボディのベースとして最適だったの



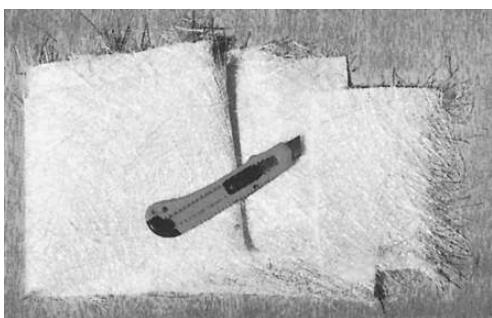
このガラスの糸、ストランドを元にしてさまざまな種類の繊維製品を作る。

■ マット(チョップド・ストランド・マット)

チョップド(切断された)ストランドによるマットという意味で、約50mmの長さに刻んだストランドを平面に無方向に散らし樹脂系の接着剤で軽く結合させ、不織布状にした毛布のような形にできている。

繊維が短くて方向性なく散らしてあるために引っ張り強度は大きくないが、重ね合わせて成形し、望みの板厚に作れることが基本的な特徴で、樹脂の浸み込みが良く、曲面の型内になじみやすいので、あらゆる手作業の成形に広く使われている。

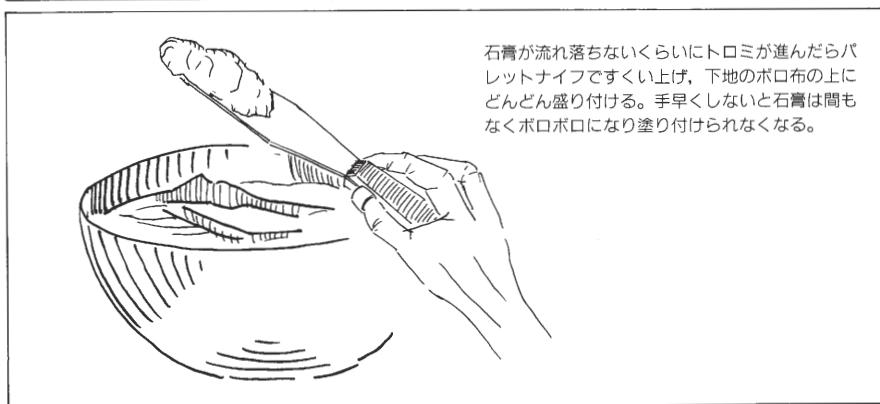
マットは1m²当たりのストランドの量により厚みと重さが自由に設定でき、どのメーカーもほぼ300～1200gの間で数種の製品を用意している。番手は重量当たりで呼ぶので、たとえば1m²300gのものは#300と表示され、#450, #600, #750,



ガラスマット。長さ50mmに切ったストランドをたくさん集め、接着剤で軽く板状にまとめたもの。1m²当たりの重量で番手を表す。ダンボール紙やペニア板を下に置いてカッターで切断する。

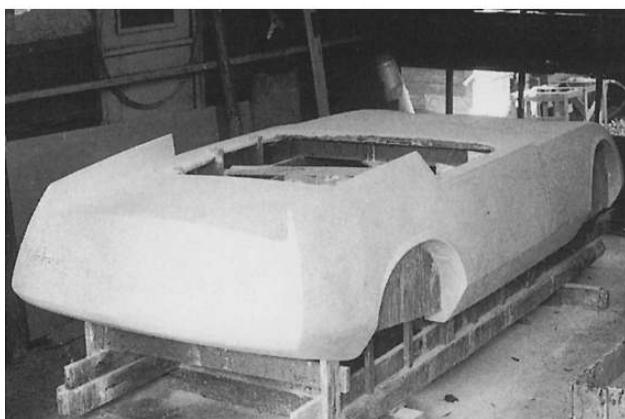
ジをボール紙などで作っておくのが良い。そして、適当な板を定盤としてその上に作りたい形より小さめの芯材を用意する。芯はボール紙を折り曲げたり、梱包用の発泡材だとか、金網を丸めて作っておく。溶いた石膏は芯材の上に直接塗るのではなく、不要のボロ布を水でしめしてから固くしばり、それを溶いた石膏に浸し芯の上を覆うように置く。ボロ布を2～3枚重ね、それが固まるとガッチリとした芯材ができる。その上からマヨネーズ状の石膏を塗り付け、盛り上げて形を作っていくのである。この作業には油絵用の大形のパレットナイフか、古い洋食ナイフが非常に便利で、スプーンやゴムヘラは全く具合が悪い。

容器内の石膏を使い切れば良いのだが、塗り付けの最中に固まり始め、ボソボソになってナイフで押し付けても芯材に付着しなくなったら、無理をしないで捨ててしまう。ゴム容器を手でもんで、固まった残りの石膏を落としてから、容器を水洗

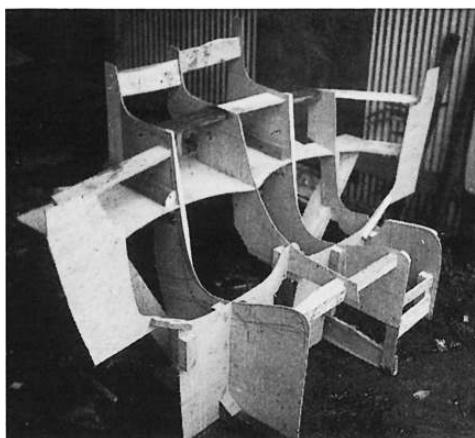




コニリオの石膏原型木枠。中心の縦方向に側面図の輪郭に切ったペニア板を固定し、横方向は25cm刻みで断面図のペニア板を固定している。芯材の木枠は3×10mmの間柱材で正確に骨組みを作る。

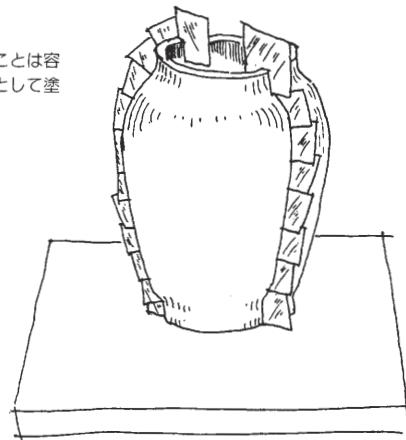


コニリオ石膏原型で、石膏表面の仕上げが完成し、パテ付け直前の状態。ドア、ポンネットなどの開口部はすべて閉めた形に作る。使用するテールライトが決定していれば、取り付け個所の落としみの段とか、のせる台の形まで原型上に作っておくと後で組み立ての際に非常に楽である。



トヨペット・カスタムスポーツのリアシートの木枠。

粘土原型の上に薄い真鍮板の切り金を植えることは容易にできる。そのままカリ石けん液を離型剤として塗って石膏雌型が作れる。



インによっては、そのままでは原型から抜けなくなる形はいくらでもある。それに雌型を数個に割れるように作らなければならない。

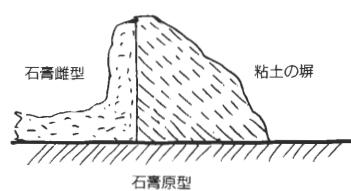
まず、油土で原型を作った場合を考えてみる。

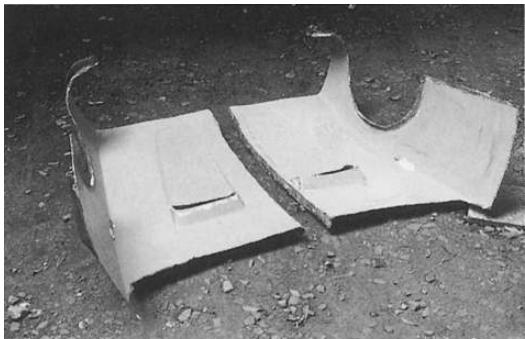
雌型は1個の一体型のままでは取りはずせないのだから、型のどこに分割線を入れれば、それぞれのセクションが抜け勾配となるかを考える。ナイフの先端などで油土の上に軽く刻み線を引く。それに沿って0.2~0.3mm厚みの真鍮板の小片を垣根を作るよう差し込んで植えていく。そこに薄い真鍮板の塙ができるわけで、その両側に石膏を盛れば、石膏が固まった後に別々に取りはずすことができる。

この真鍮板は切り金といつて、画材屋で売っているが、薄いトタン板でも差し支えはない。真鍮板を使うのは、水に触れても錆びないでくり返し使えるというだけのことである。

石膏原型には、切り金を差し込むことはできないから、分割線に沿って水性粘土か油土で土手を作り、片側を型面に垂直になるようにナイフや彫刻ヘラで仕上げる。

石膏原型の上には切り金は植えられないから、粘土で塙を作つて一方を平らな壁にして切り金の役目をさせる。一方に石膏雌型を作る。次に粘土の塙を取り除いて反対側の雌型を作る。





最初はポンネットの分割を左右サイドと上面にノーズと4個にしたが、後に作り直した型は上面の中心で左右に分けサイドにつなげた大きい2個の形にした。

うまでもないが、使用するヘッドライトを決めて事前に入手しておき、確実にウェル内の底に取り付けられる形に作るのである。

ノーズ雌型とポンネット本体との分割線は、ノーズ先端から40cmばかりのところに設けた。

■ ポンネット本体

ポンネットの本体は、さきのノーズ部分から後方へと続いて拡がる。このデザインの特徴は、ポンネット両側がフロントフェンダーを形成してドアシル上面まで下がっていることと、上面はウインドスクリーン直下まで伸びており、フロントホイール前方にヒンジがあって全体が前へ大きく開くようになっている。

したがって、ポンネット全体の表面積は相当に大きくなるので雌型の分割はヘッドライトカバー後端から後方へかけて切り、左右のフェンダーに分け、上面は広い



コニリオのポンネットを脱型したままの状態。

であるオリジナルポンネットの周辺から下に流れ落ちて、全面が均一な塗りとなる。

- 成形は#450マット3層、周辺に幅20cmぐらいを帯状に補強をめぐらす。
- コンパネか貫材(9~10cm幅、1.5cm厚)などで下駄の歯の形に補強を作る。

③ 雌型の脱型

正確な形で表面が綺麗な製品を得るのには、同じように綺麗で良い雌型が必要である。もちろん、そのためには良い原型を作らなければならない。それで、原型作りには特別に注意して、骨格となる木組みから石膏の盛り上げ、表面の削り、左右対称、形の正確さなどを追求していく。

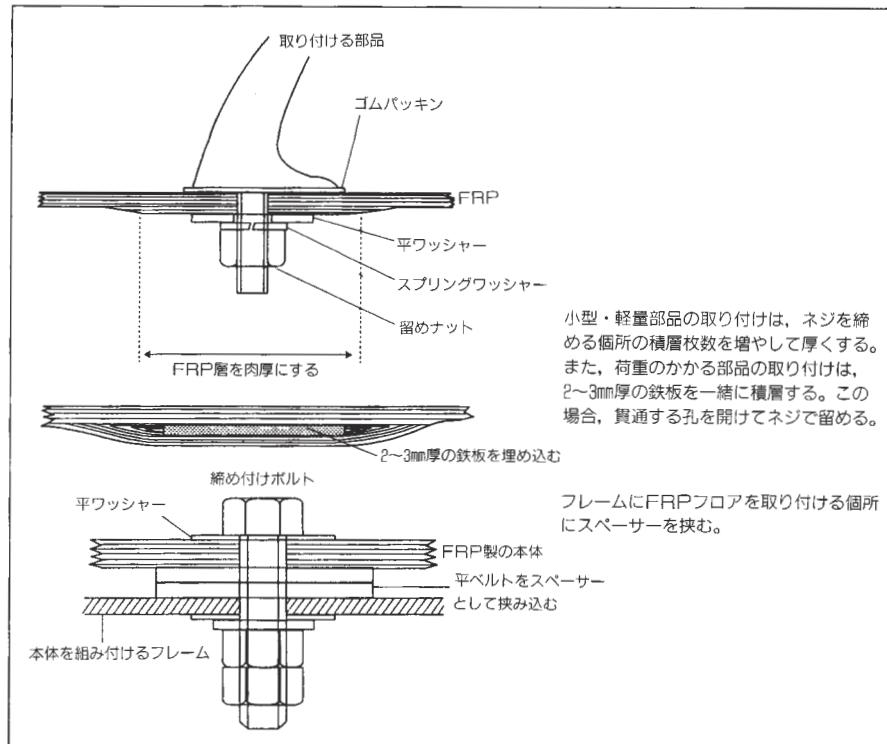
原型作りには大変長く時間を費やすもので、パテ付けそして研磨が終わったときには、そこに自分のデザインが立体形とした姿が現れ、費やした時間と努力以上の愛着を感じるものである。できれば原型をそのまま製品として使いたいと思うくらいたが、それでは役に立たないので、その上に雌型を作るわけである。



盲導犬ボディの雌型の積層を終えたところで、3分割になるフランジの形が分かる。



ドア内側型の脱型。プラハンマーで型からはみ出している部分を軽く叩き、隙間にパレットナイフや木製ヘラを差し込んではがしていく。



をフレームに取り付けるところは10mm以上の厚みならば良い。これは強度計算で得た結果ではないのだが、経験上FRPの肉厚の強度を考えての見当である。

しかし、これは肉厚を得るために漫然と繊維を敷き、大量に樹脂を塗るのではなく、たとえば成形面に20×20cmぐらいの#450マット+#750ロービングクロースを置き、その上に10×10cmの#450マット+#750ロービングクロースや#450マットを重ねれば、最初のパネルと合わせて8mm厚が得られるだろう。さらに、その補強個所の樹脂をできるだけ追い出して繊維含有量を増すために、板を置いて重しを乗せておく。

板の下に離型用にビニール(スーパーの買い物袋かビニール風呂敷が良い)を敷き、木の板を置いて1kg程度の重しを置けば樹脂が周囲に押し出され、表面も板によって綺麗な平面となって硬化する。

さらに強固な取り付けが必要な場合には、ネジ孔の個所に成形と一緒に2~3mm厚みの鉄板を埋め込んでおき、それを貫通させてネジ孔を開けボルト締めにすると

パラマウントシートR-I型の完成品。試作品よりはるかにスマートな形になった。品川の青木商会という内張り内装店の手になり、センスがよく仕上げがていねいだった。



に対する最初のイメージは言葉だけで話されたのだが、ひとつ試作が目の前に置かれるとなれば、次第に指摘が具体的になり、その助言と指示で修整を重ねて生産型となつたのが、ここに示す写真である。

完成品はパラマウントシートタイプR-1と名付けられ、車種別に、またドライバーの要求も聞いて、注文通りのドライビングポジションが得られるように取り付け用のブラケットを製作し、従来のシートを取りはずしたスライドレールの上に直ぐ付けられるようにしたので非常に評判が良く、売れ行きは好調で生産が間に合わないほどだった。

これが付けられてレース、ラリーに出場した車種は、国産車ではスカイライン2000GT-Bが最も多く、フェアレディRS2000、ベレットGT、ブルーバード410、510SSS、コロナS、同じく1600GT、コンテッサなどがあり、外国車ではミニクーパーに最も多く付け、MG-B、ロータスコルチナ、ポルシェ、サーブ、ジャガーXK-Eなどに及んだ。

ホンダS600が出たときには、このR-1型はサイズが大きすぎたので、シェルの形を簡単にしてサイズをひと回り小さくしたR-2型を開発し、ホンダN360、S800にも需要があって、あわせて400個余を販売した。

競技用やアクセサリーシートとして、これだけの量を売り上げたのはパラマウントシートが最初だが、数年後に次々と類似品が安く出回るようになったので、生産を止めてしまった。

現在ではアクセサリーシートとしては、ドイツ製のレカロが最高級品だし、国内



撮影・小川良文

〈著者紹介〉

浜 素紀 (はま・もとき)

1927年12月11日生まれ。1953年東京藝術大学美術学部工芸科鍛金部、1955年同工芸計画科修了。日本で最初にFRPの成形法をマスターし、自宅に浜研究室を開設、グラフィックデザイン、工業デザインの業務をはじめる。この間、1974年から1998年まで名古屋芸術大学美術学部デザイン科HDコースの中のFRP成形実習を、1964年から1998年まで東洋大学工学部機械工学学科と建築学科でインダストリアルデザイン、機械工学特講、デザイン論、美術史、テクニカルイラストレーションの講座を担当。その他、「オールドタイマー」(八重洲出版)に〈失われたロールス・ロイスのボディをFRPで自作する〉を連載。著書に『クラシックカー再生の愉しみ』(グランプリ出版)などがある。

FRPボディとその成形法

著 者 浜 素紀

発 行 者 小林 謙一

発 行 所 株式会社グランプリ出版

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-32

電話03-3295-0005 FAX 03-3291-4418

印刷・製本 モリモト印刷株式会社