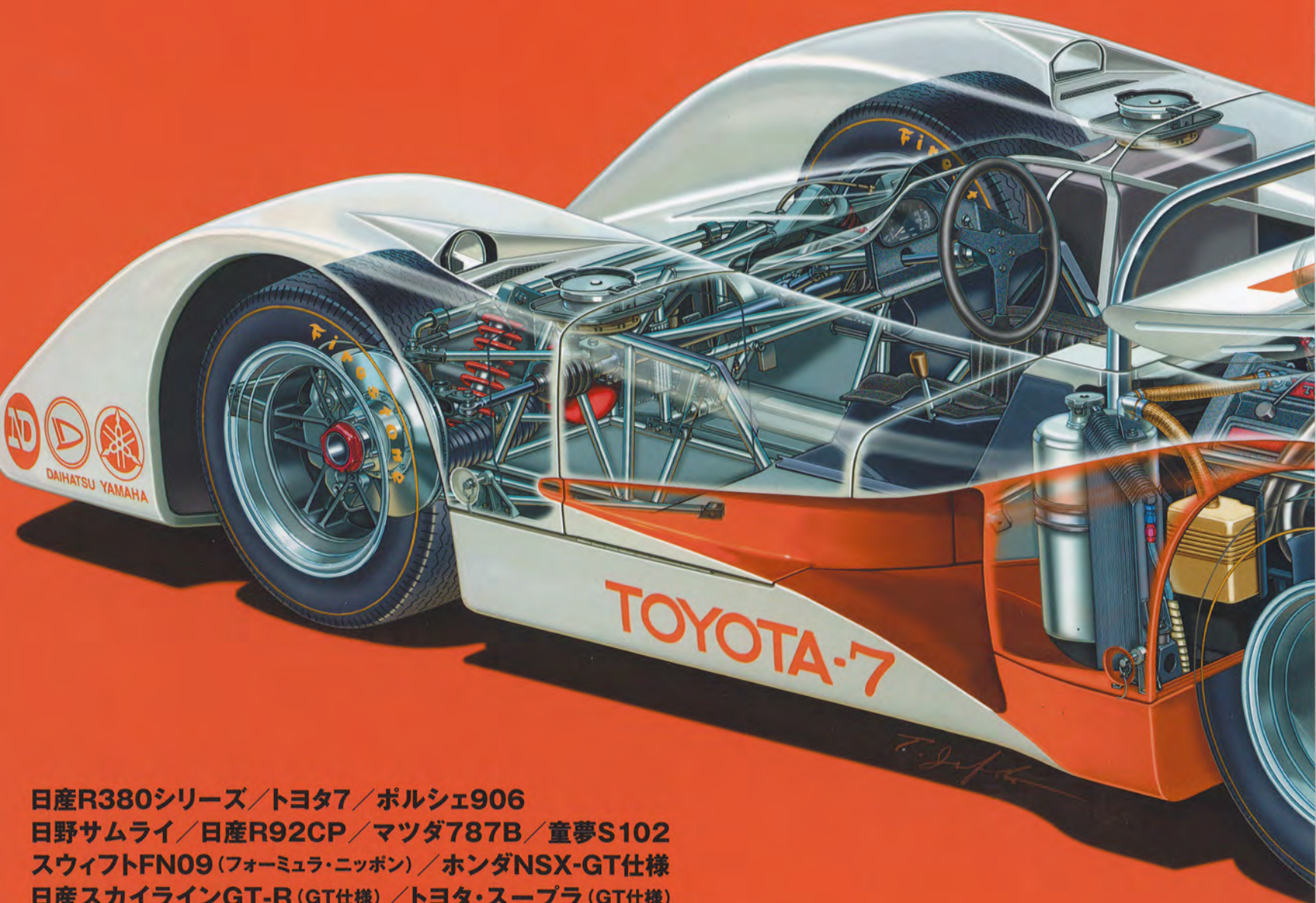


Special Edition

Motor Fan illustrated Super Car Chronicle

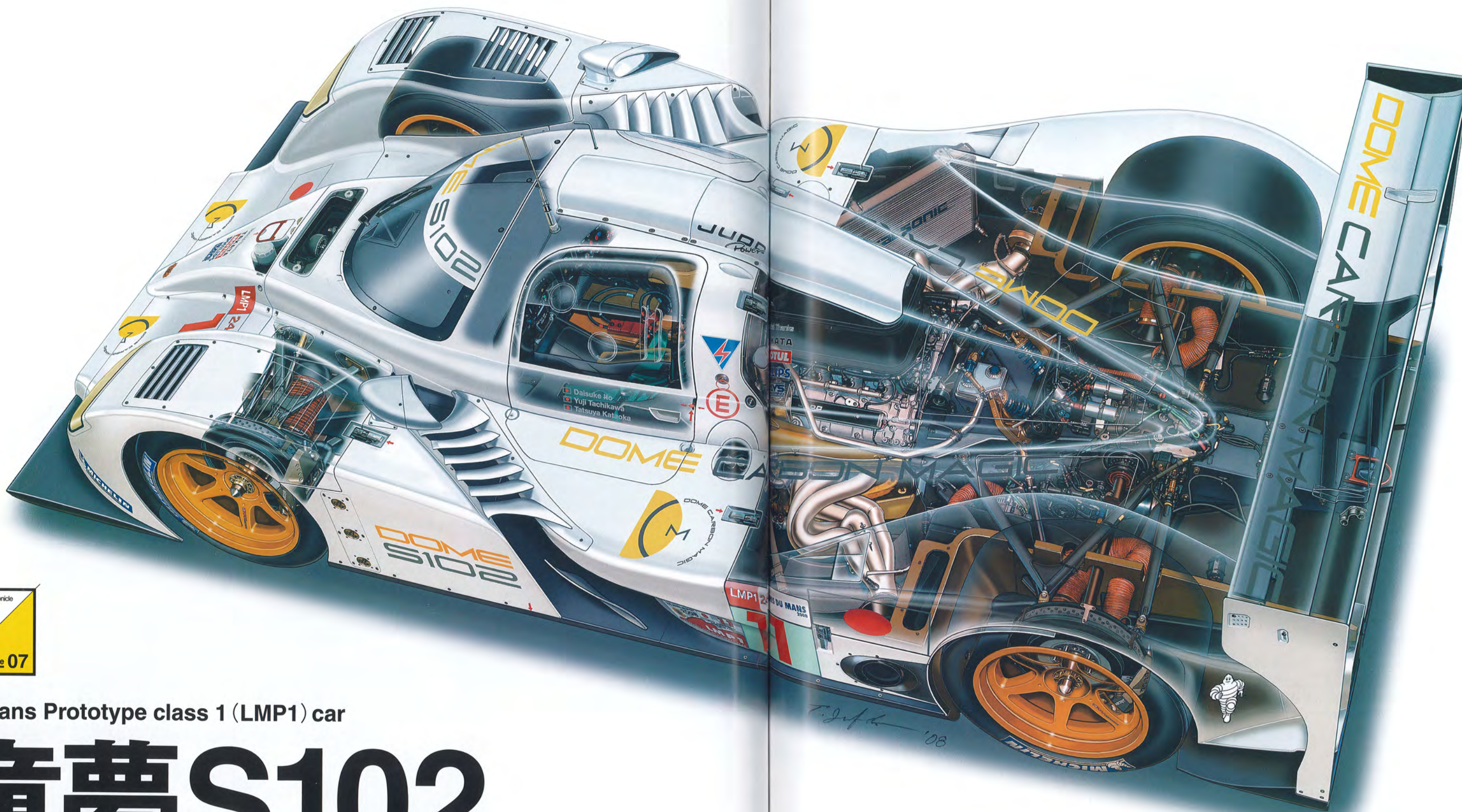
Part 3: レーシングカーのテクノロジー

テクノロジーがわかると、
クルマはもっと面白い



日産R380シリーズ / トヨタ7 / ポルシェ906
日野サムライ / 日産R92CP / マツダ787B / 童夢S102
スウィフトFN09 (フォーミュラ・ニッポン) / ホンダNSX-GT仕様
日産スカイラインGT-R (GT仕様) / トヨタ・スープラ (GT仕様)
フェラーリ550GTSマラネロ (GT仕様)
マツダRX-7 (GT仕様) / ムーンクラフト紫電MC/RT16
トヨタMR-S (GT仕様) / レクサスIS350 (GT仕様)

Technical Illustration by Takashi JUFUKU



Le Mans Prototype class 1 (LMP1) car

童夢S102

「サルテ・サーキット「最速」を奪ったル・マン24時間「ワンラップ・スペシャル」」

車両規定上、大きなハンデを負うガソリンエンジンを使いながら、2008年のル・マン24時間に現れるやいなや、出力で圧倒するディーゼルトーボエンジン搭載のワークス勢と互角のスピードを披露してみせた童夢S102。決勝レースの結果は度外視し、ただ1周における速さに特化して作り上げられた野心作の技術に迫る。



DOMES102 開発コンセプト

低く、前へ。

パワー&トルクで圧倒的ハンドを誇るガソリンエンジンで「最速」を狙うための先鋭的アプローチ

TEXT: 今井清和 PHOTO: 上尾雅英 (race)
住吉道仁 (workshop)

世界一の耐久レースとして名高いル・マン24時間。2000年代末現在の車両規定ではディーゼルエンジンが過大な優遇を受けており、結果的に出力で20~30%、トルクでは100%近いアドバンテージをガソリンエンジンに対して持つものと見られている（搭載する車体の寸法や最低車重はどちらも同じ）。さらに、現時点でル・マン用ディーゼルをものにしていくのはアウディとプジョーのワークス勢のみ。ドライバーは、ただでさえリソースが限られている上に、非力なガソリンエンジンを選ぶ以外にない。したがって現在のル・マンでは、ディーゼル車=ワークスとガソリン車=プライベートは別クラスとして捉えるのが「普通」の考え方となっている。

ところが、童夢は「普通」でなかった。この日本のレーシングカーコンストラクターは、ガソリンエンジンを使いながらディーゼル車と互角のスピードを發揮させるという挑戦的な目標を定め、完全新設

計の「童夢S102」を開発して2008年のル・マンに投入してきた。もちろん、いわゆる勝機などないことは承知。そこで、24時間の決勝レースの結果には目もくれず、ただ1周における速さを追求するという、大胆に割り切った方針で臨んできたのである。

舞台となるサルテ・サーキットは1周13.629km。ここで3分20秒という非現実的なラップタイムと340km/hというトップスピードが具体的なターゲットとして設定された。なお、2007年大会における予選ポールポジションタイムは3分26秒344、主催者計測によるベストの最高速は334km/hで、ともにディーゼルのターボ搭載のプジョー908が叩き出している。

これらの記録をアウトプットで劣るガソリンエンジンで上回ろうとすることにおいて、童夢は「低く、前へ」をコンセプトワードとしてS102の開発にあたった。特に「前へ」は、童夢のこの野心作を、仮想

敵であるディーゼル車と異ならしめている重大なポイントのひとつだ。S102が載せるガソリンエンジンのジャッドV10は、ディーゼルのアウディV12やプジョーV10よりエンジン単体重量が100kg近く軽いと見られる。その利点をさらに伸ばそうと、重量物をより前方に配置する設計が突き詰められた。結果、S102はディーゼル勢には望みようなないフロントタイヤの積極的な使い方が可能な前後重量配分とされている。

また、風流舎という名の50%スケールの風洞実験施設まで持つ童夢は、エンジン・アウトプットのハンドをほぼ帳消しにするレベルの空力性能を追求した。そのため、S102は平均速度240km/h以上という超高速コースであるサルテ・サーキット専用の空力設計となっており、ハイダウンフォース仕様をまったく考慮しない、まさにル・マン・スペシャルとして仕上げられている。

プジョー908 HDI FAP

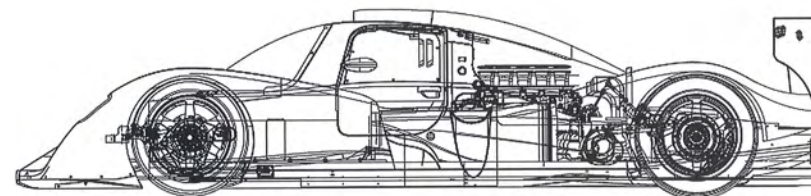


公称700bhp/1200Nmの5.5ℓ・V12ディーゼルをクローズドボディに搭載。アウディと比較すると重量物配置は前寄り。ハイノーズ採用の空力はダウンフォース重視だが、リヤセクションの絞り込みはそこそこでない。2年目の2008年も勝てなかったが、3分18秒台という驚異的なタイムを刻んだ。

アウディR10 TDI



2000年代前半の常勝マシン、アウディR8をベースにしたオープンボディに、公称650bhp/1100Nmの5.5ℓ・V12ディーゼルを搭載。Vバンク角は90°で、一方のプジョーはより広角の100°。重量物の配置や空力などに基本設計の古さが出ているが、戦略&総合力で2008年も勝ち、デビュー以来3連勝。



童夢S102

2001年デビュー/オープンボディのS101に続く、童夢通算16年目のル・マン出場車。低重心、ライバルより前寄りの重量配分、低ドラッグの空力を追求している。

童夢S102 主要諸元

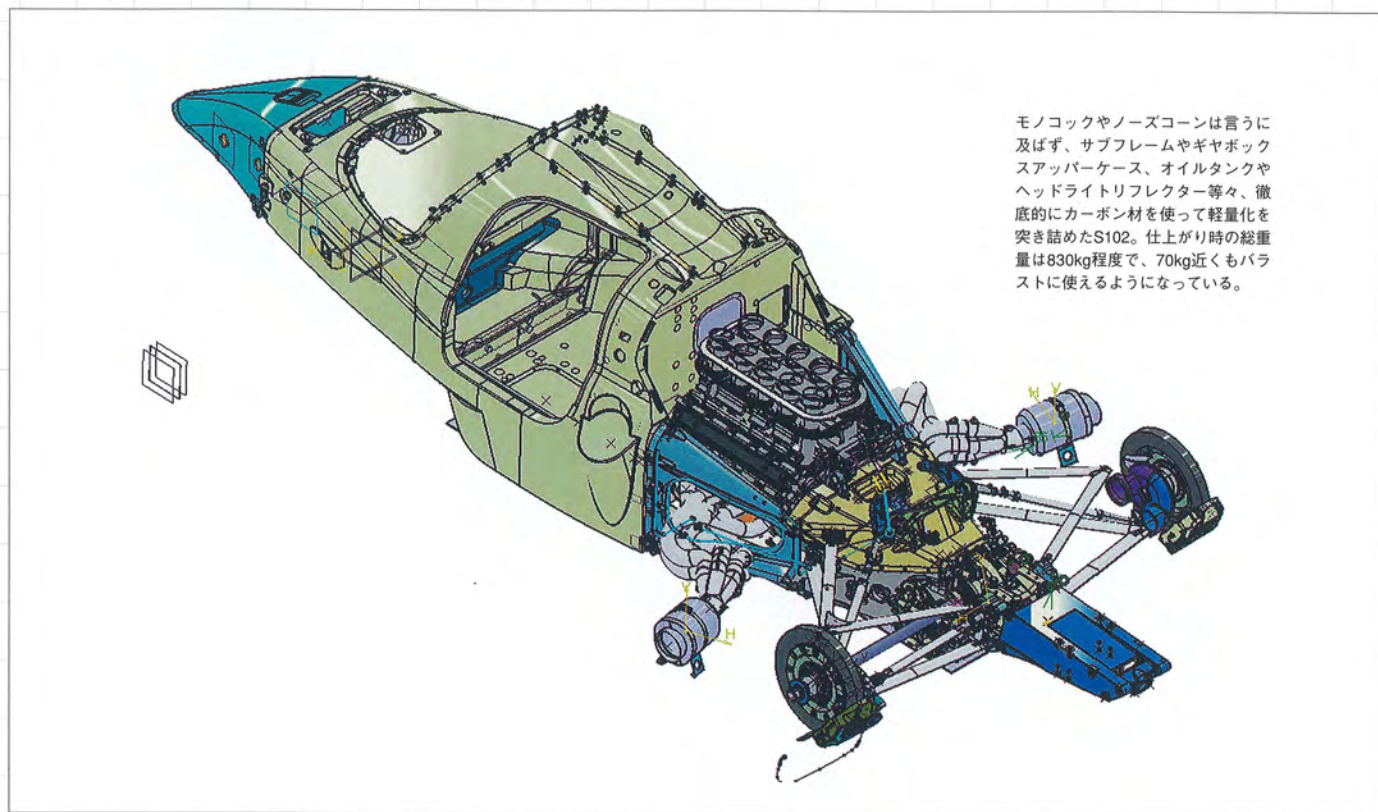
車両ディメンション	全長	4650 mm
	全幅	1995 mm
	ホイールベース	2900 mm
	オーバーハング	フロント:1000 mm/リヤ:750 mm
	トラック	フロント:1640 mm/リヤ:1600 mm
	車両重量	900 kg (規定最低重量)
車体関係	モノコック	童夢カーボンマジック製CFC
	ボディワーク	童夢カーボンマジック製CFC/CFRP
	燃料タンク	ATL製90ℓ (規定最大容量)
エンジン関係	エンジン名	ジャッドGV5.5 S2
	エンジン形式	72°V型10気筒 ガソリン 自然吸気
	排気量	5500 cc
	吸気リストリクター	φ32.9 mm×2
	最高出力	650 bhp/7000 rpm
	最大トルク	746 Nm/6500 rpm
	ECU	EFIテック/ロジック製ユーロ12
	ラジエーター	カルソニック製
駆動系	ギヤボックス	Xトラック製タイプ529 6速シーケンシャル+パドルシフト
	シフト制御システム	ザイテック製
	クラッチ	AP製5.5インチCFC4プレート
	デフ	Xトラック製機械式LSD+VCU
	前後サスペンション形式	ダブルウィッシュボーン +童夢製ダンバー&コイルスプリング
サスペンション関係	前後スタビライザー	機械式
	ステアリングギヤボックス	童夢製ラック&ピニオン
	ステアリングアシスト	KYB製電動式
	前後ブレーキキャリパー	アルコン製6ポット
	前後ブレーキローター&パッド	カーボンインダストリー製
	ホイール	レイズ製マグネシウム鍛造
ブレーキ&タイヤ&ホイール	タイヤ	ミシュラン製 フロント:33/68-18/リヤ:37/71-18

3年計画の初年度となった2008年のル・マンに関しては、S102はターゲットを大きく下回る3分26秒928という予選タイムしか記録できなかった。走り込み不足からまだバグ潰しの段階にあり、セッティング上のトライがままならなかったこと、起用したドライバー全員がこの特殊なコースの未経験者だったことも足枷となった。にもかかわらず、最高速ではプジョーと並んで最速の335km/hをマーク。その他に得られた断片的なデータからも、開発側ではS102がシミュレーションに近い絶対性能は有しているものと評価している。

凡庸をよとせず、自社開発路線を貫きながら、あくまで世界最速を狙おうとする童夢。S102はその技術力の発露だが、彼らの技術オリエンテッドな活動や姿勢は、もっと高く評価されている。



S102の開発責任者である奥村 栄氏。現在は童夢の取締役開発部長と童夢カーボンマジックの社長を兼任。今回のS102では、S101以来、7年ぶりにプランニューマシンの開発に全面的にたずさわったという。



モノコックやノーズコーンは言うに及ばず、サブフレームやギヤボックスアッパーケース、オイルタンクやヘッドライトリフレクター等々、徹底的にカーボン材を使って軽量化を突き詰めたS102。仕上がり時の総重量は830kg程度で、70kg近くもパラストに使えるようになっていく。

DOME S102 技術的ポイント

前輪分担荷重を高めるために

ル・マンのトップカテゴリーであるLMP1クラスの車両寸法のうち、規定に基づく全長や最短ホイールベース、最長の前後オーバーハングは、パワーユニットを問わず同一となっている。そこで童夢は、ガソリンエンジンでサルテ・サーキットを3分20秒で走り切る性能を目指すにあたり、当初から48:52というレベルの前後重量配分を目標値として設定したという。なお、エンジンが重いディーゼル勢は、最新のプジョーでも43:57程度と見られており、動き方がS102とは異なるクルマとなっている。

前後重量配分を相対的に前寄りにするために盛り

込まれた数々の創意工夫のなかでも最も目を引くのは、エンジン搭載位置を通常より格段に前方へ持っていたレイアウトだ。これは車両規定の理解・解釈を一歩推し進めて実現させた形で、もちろん車検はクリア。ただし、Vバンク角が72°のジャッドだから可能だった設計であり、より広角になると、ここまで押し込むことはできない話だった。

また、通常であれば金属系素材を使うパーツが特にリヤセクションに多いが、これらを規定で許されているかぎりCFコンポジット(CFC)で作り起こして軽量化を徹底。リヤを軽くするとともに、車両最

低重量に対してパラストをより多く積めるマージンを稼ぎ出し、パラストはフロント下部に配置するなどして、前後重量配分48:52を達成している。

それもこれも、前輪分担荷重を高めて、フロントタイヤの仕事量を上げたい意図によるもの。3分20秒を叩き出すためには、予選用タイヤ4輪分の能力を1周で余すところなく使い切ることが必須条件だからだ。ただし、現状のミシュランタイヤはディーゼル車と前後とも同一サイズであり、S102のコンセプトを完遂するためには、フロントとリヤのバランスを最適化したタイヤが必要だという。



オープンボディだった先代のS101に対して、クローズドボディとなった分、重量や重心高など不利になった要素が多いにもかかわらず、実際には一層軽くて低い車両に仕上げられたS102。48:52という前後重量配分として、フロントで勝負できるマシンに。

▶ CFC(カーボン・ファイバー・コンポジット) サブフレーム



金色の遮熱材で覆われているのがCFC製のサブフレーム。奥氏いわく、「製造的にはそれほど難題ではないが、レイアウト、設計的には鉄を使うより格段に難しい」とのこと。それをものにしたあたりは、カーボンパーツのスペシャリストとしての面目躍如というところか。

▶ CFCギヤボックスアッパーケース



ギヤボックスケースは、機械的機構を収めた部分とアッパーケースに分割し、サスペンションアーム等のポイントが設けられる後者は童夢カーボンマジックで製作。接着剤で合体させているが、熱膨張率の違いも問題なくクリア。実際、これに起因するトラブルは皆無だった。

▶ エンジン搭載位置をより前方へ



自然吸気ガソリンエンジンのジャッドV10は、前側2気筒がバルクヘッドに食い込むほど前方に搭載。つまり、一見垂直に切り立っているように見えるバルクヘッドは下側がえぐれている。こうした工夫で48:52の前後重量配分を実現させているわけだが、仮に45:55程度になれば「普通のクルマになってしまう」とのこと。



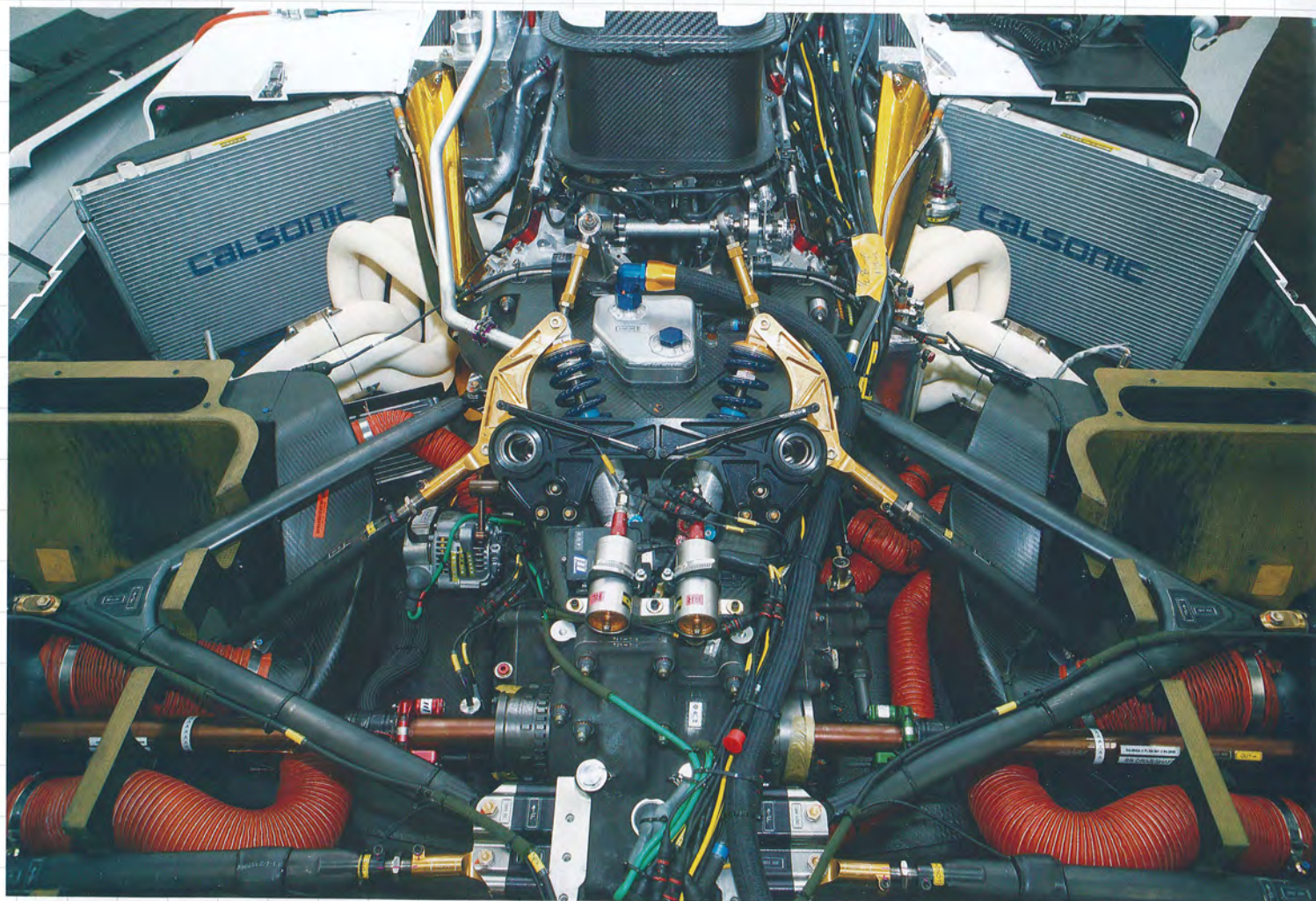
▶ CFCモノコック

上は出来上がった状態のモノコックで、単体重量は約80kg。カーボンでいかに精巧なモデリングを実現しているのかがわかる。左上はFIAによるクラッシュテストの様子で、ノーズコーンは破壊後の検証を容易にするため着色。左下は静荷重テストの様子で、リヤフープは125kN(約12.7t)の力に耐えねばならない。

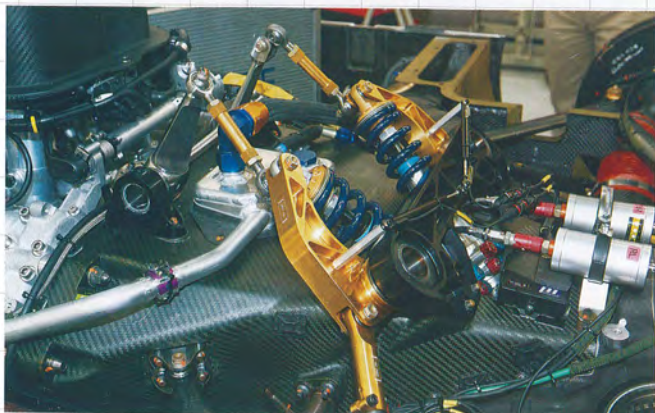


DOME S102 | メカニカルコンポーネント

発展性を確保したコンパクトレイアウト



リヤセクション LMP車両は、独特のアンダーパネル規定により、ピッチングの影響が比較的大きく作用する。S102ではリンク式の3rdダンパーは使わず、ピッチングコントロールも自社開発のダンパーを使用している。自社製CFCギヤボックスアッパーケースにしたことで、今後サスペンションレイアウトの変更にも柔軟に対応可能となっている。



ギヤボックス

写真の品はラビッドプロトタイプピンクによるダミー。Xトラックに発注したタイプ529という名称の新型ギヤボックスの完成が大幅に遅れたことを受け、仮組み用に特別に用意したもの。アッパーケースの嵌合部もよく分かる。本物のギヤボックスは4月に入ってから日本に到着。その4日後にシェイクダウンテストが行なわれた。

フロントセクション

空力的要請からフロントの床下の空間を稼ぐために、フットボックス周辺は相当込み入っている。ステアリングギヤボックスは自社製、パワーアシストはKYBのEPS。サスペンション形式はリヤ同様にプッシュロッド式のダブルウィッシュボーンで、やはりピッチング制御も入った自社製ダンパーを使う。ル・マンではカーボンブレーキを使用するが、これも今回のドライバー3人にとっては初体験のものだった。



本ページの写真は、2度目のテスト走行の前日、組み上げの最終段階を童夢のファクトリーで撮影したもので、シェイクダウン時にはなかったヘッドライトも取り付け途中。フロントのボディパーツは、ノーズコーン、フロアプレート、左右フェンダーカバーといったパーツから構成されており、本番ではこれらは一体のアッセンブリーとして脱着が行なわれていた。

晴れて組み上がったS102。定盤の上でイニシャルのジオメトリーを確認し、2度目の走行を行う富士へ。結局ル・マンに入ってから、ここで決めたジオメトリーから動かすことはほとんどなかった。



「ひとつのコンセプトに則って作り上げるのがレーシングカー開発の基本です。もちろん、その考えが性能に結びつくと思えていなければダメですが、いずれにせよ折衷案や妥協案でまともなものとするとロクなものにはなりません。何が何でもコンセプトどおりに開発を推し進める、という強い意志も重要です」と、開発責任者の奥氏。「久々にレーシングカー開発のすべてに関わりましたが、ここ数年の要素技術の進化のおかげもあって、違う世界が見えてきました。今回S102を開発しているうちに、「次に作るならこう」というアイデアがどんどん出てきた」と言う。

ちなみに2008年、車両開発からレース出場までに費やした総額は、10億円ほどと見られる。その大半は童夢が自己資金から捻出しているが、それでもオーディオやブジョーなどと比べれば数分の一というところだ。



■ アッパーボディの空気流れ

ディーゼル勢を打ち負かすにはS101.5との比較でラップタイムの10秒短縮が必要と判断。それを実現するためにはL/Dを30%向上させることが目標とされた。乱暴にダウンフォースを稼ぐならハイノーズという選択もあったが、同じことをやってはパワー差で負ける。クラッシュテストで苦しむことを承知の上でドラッグ低減に有利なローノーズを選択した。ノーズとフェンダーの谷間を流れる空気を剥離させず、リヤウイングと翼端板に囲まれた空間に流す(オレンジの線)のが狙い。

DOME S102 エアロダイナミクス

モア・ダウンフォース志向と決別 フロントで勝負する空力デザイン

TEXT:世良耕太

ドラッグを低減することで、空力効率を高めるアプローチ

他のクルマ、すなわちアウディやブジョーがやっていることをなぞっても意味がない。という思いが大前提としてある。あちらがディーゼルによる大パワー&トルクを背景に、「モア・ダウンフォース」の空力設計でまとめるなら、童夢は限りあるパワーを有効に使う「レス・ドラッグ」の思想を貫く。S102の開発では、いたずらにダウンフォースを追い求めず、ドラッグを低減することで空力効率(L/D)を高めるアプローチを選択した。

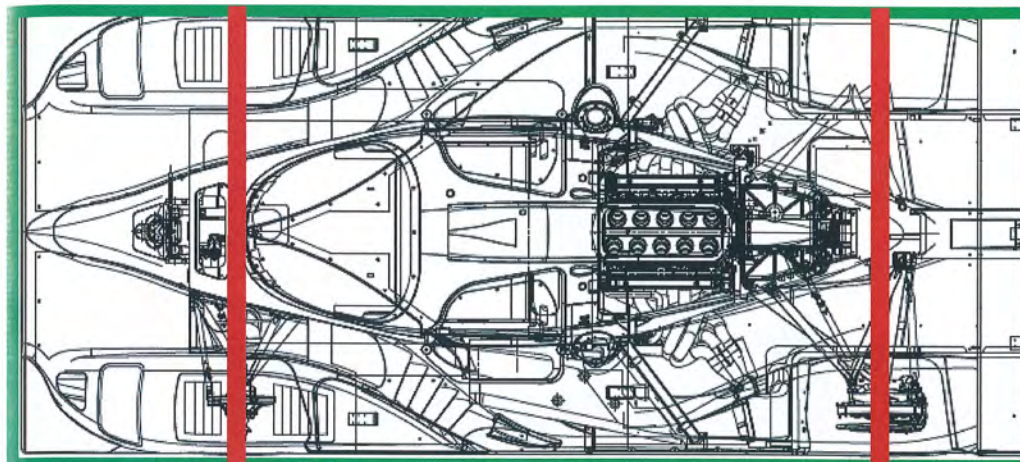
それも、フロントで稼ぐ。必要なダウンフォースはフロントの床下だけで生む徹底ぶりだ。フロント

床下でダウンフォースを稼ぐ目処が立ったら、あとはその質をいかに高めるか。S101.5の後期にはフロントフェンダーのコーナー部にカナードを取り付けてダウンフォースを稼ぐとしたが、S102はカナードを取り付ける発想自体が存在しなかった。ドラッグを増やす要因は極力排除した。

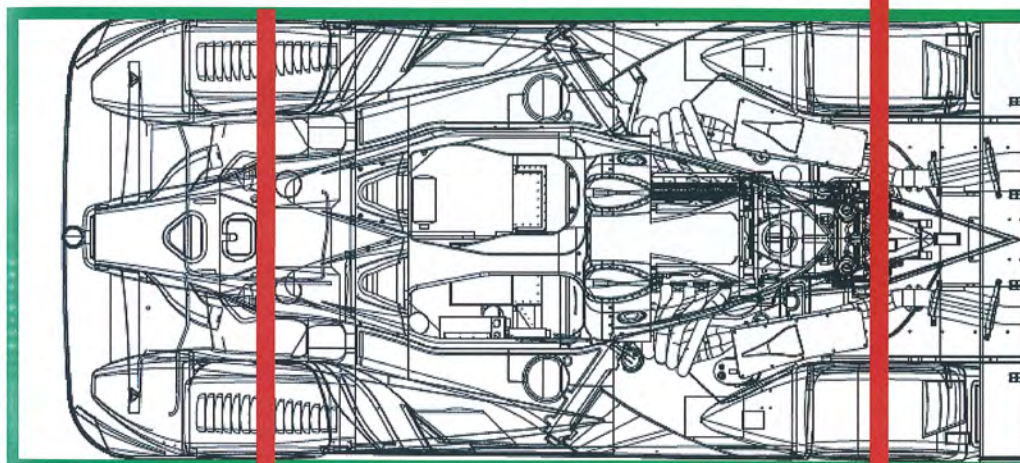
フロントの床下でダウンフォースを稼ぐカギを握るのはモノコック前部の空間を大きくとること。それにはモノコックの床を上げる必要があり、必然的にドライバーのフットスペースは持ち上がる。F1ドライバーの目線の高さを参考に運転姿勢を決める

と、ダッシュボード高さは540mmに。規定で定められた高さ300mmのフットスペースを確保しても、モノコック前端下に相応の空間が確保できる。オープンボディの場合はロールオーバー構造を設けなければならず、同じ部分の寸法が580mm必要だという。「オープンを選択していたら、ドライバーのポジションも足の位置もだいぶ違っていた。クローズドに決めただいふ後でそのことがわかりました。直感的に『何か違う世界がありそうだな』とは思っていましたが、クローズドにしておいて良かった」と奥氏は振り返る。

S102



S101.5

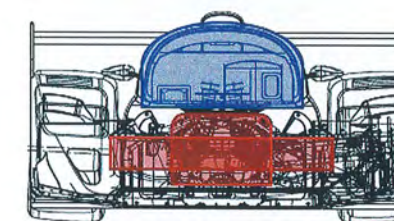


▶ 1000mmの
フロントオーバーハング

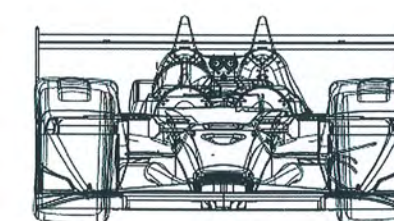
規則で定められた最大寸法は全長4650mm×全幅2000mm。「寸法が大きいほどまわりの空気を活用できる」(奥氏)ため、リヤオーバーハングは規定いっぱいの750mmに設定。残りの3900mmをホイールベースとフロントオーバーハングでどう割り振るか。L/Dに限った話をすればフロントオーバーハングは長い方が有利で、ドラッグを悪化させずにダウンフォースを稼ぐやすい。ただし、950mmを超えると10mm、20mmの違いで空力的に敏感になってしまう。だが、ここでも「他と同じことをやっているには意味がない」の思想。思い切って1000mmのオーバーハングを採用した。

▶ オープンかクローズドか

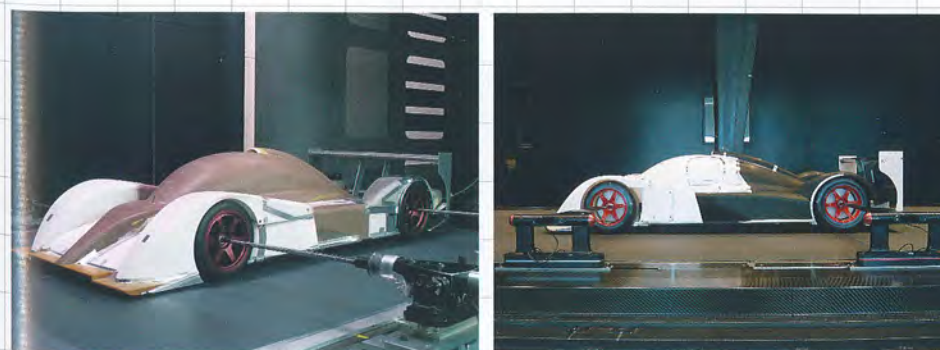
ディメンションを検討する段階ではオープン/クローズド双方を念頭に置いた。25%スケールで行なった1回目の風洞試験の結果(2007年9月頃)からクローズドに決定。重量増や重心高などの面で課題を抱えることになるが、空力面で可能性が感じられたという。S101.5とS102の比較では一見、101.5の方が前面投影面積が小さくて良さそう。だが、フロントアクスルまわりを低くコンパクトにできるのがクローズドのメリットで、これが空力に効く。



S102



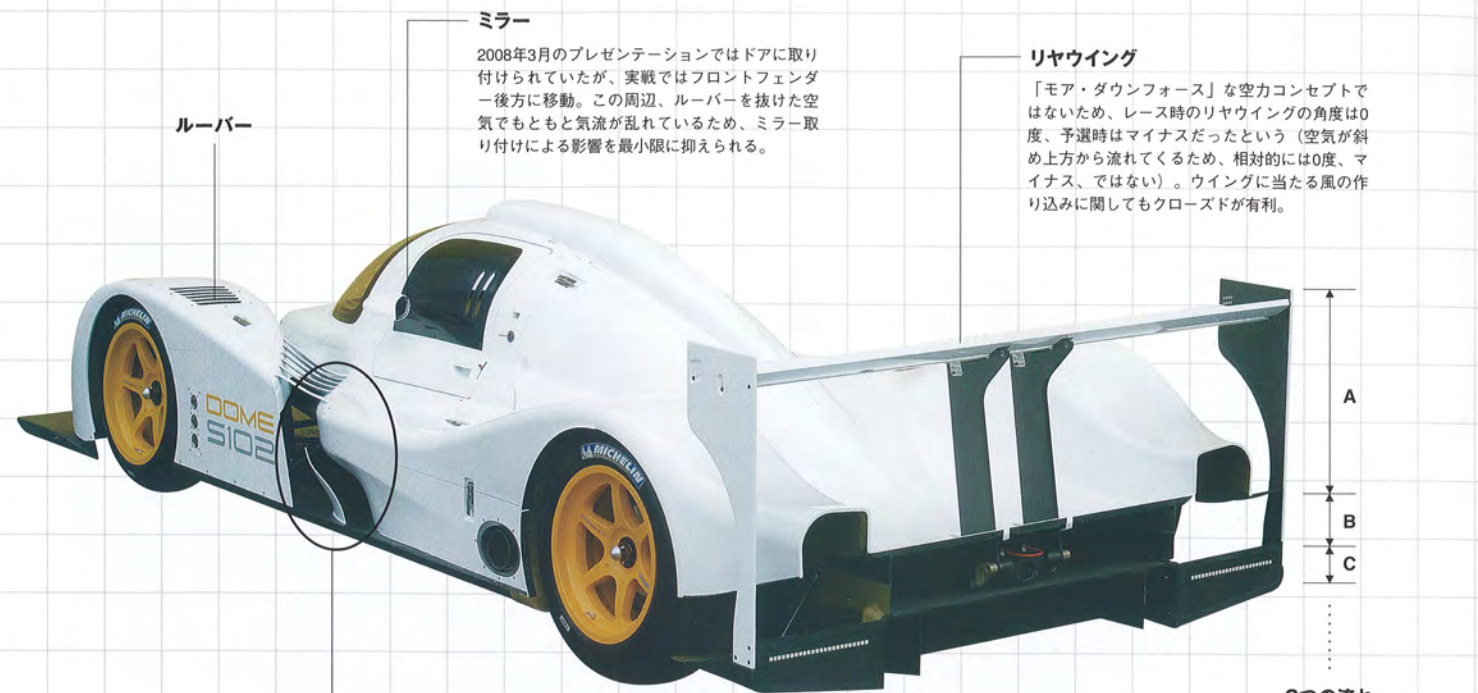
S101.5



▶ 2種類の風洞モデルを使い分ける

50%スケール風洞(40%モデルを使用)を使えば精度の高いデータを収集できるが、「早く基本的な素性を確かめたい」と、初期(2007年8月頃)には機動性の高い25%風洞(写真左)を活用した。ノーズ〜キャノピーはクレイとし、現場の判断で複数の形状をトライしている。25%で得た知見を折り込む格好で、2007年10月頃から40%スケールの風洞試験を開始。以来、並行して試験を行なった。奥氏は風洞舎立ち上げの際に25%から50%への移行作業を経験した。その際の経験が、実寸も含め、スケールの異なるモデルへの感覚的な換算に役立つという。

空力開発のポイント



フロントフェンダー～モノコックの空間

リアウイング

「モア・ダウンフォース」な空力コンセプトではないため、レース時のリアウイングの角度は0度、予選時はマイナスだったという（空気が斜め上方から流れてくるため、相対的には0度、マイナス、ではない）。ウイングに当たる風の作り込みにもクロウズが有利。

ミラー

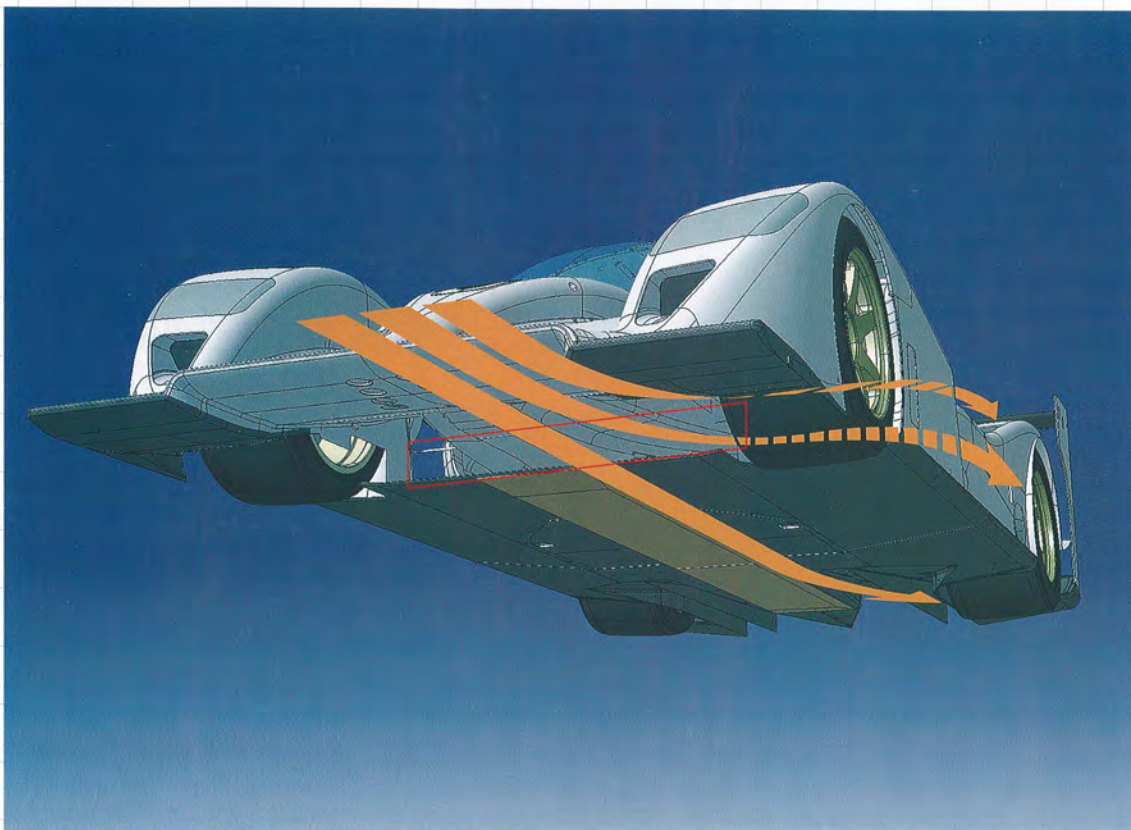
2008年3月のプレゼンテーションではドアに取り付けられていたが、実戦ではフロントフェンダー後方に移動。この周辺、ルーバーを抜いた空気でもともと乱れているため、ミラー取り付けによる影響を最小限に抑えられる。

3つの流れ

リアウイング～カウル上面までの空間をA、ラジエーターを抜いた空気が出てくるダクトをB、ディフューザーをCとすれば、流れの異なる3つをストレスなく合流させることが空力上重要。Cは規則で決まっているため固定。調整できるのはAとB。Aの長さはS101.5比で短くなっている。

フロントで使った空気をリヤでもう一度使う

床下を一直線に流れ、ディフューザーを機能させる空気がある一方で、ノーズとフェンダーの谷間を通り、後方に向かう空気があり、こちらがより重要。赤い線で囲んだ空間をいかに大きく取ってフロントのダウンフォース量が決まる。しかもドラッグを伴わないので高配当。谷間を抜いた空気はボディ上面に回り込むように合わせ、リアウイングと翼端板に囲まれたスペースに向かわせる狙い。フロントで一度仕事をした空気がリヤでもう一度仕事をします。



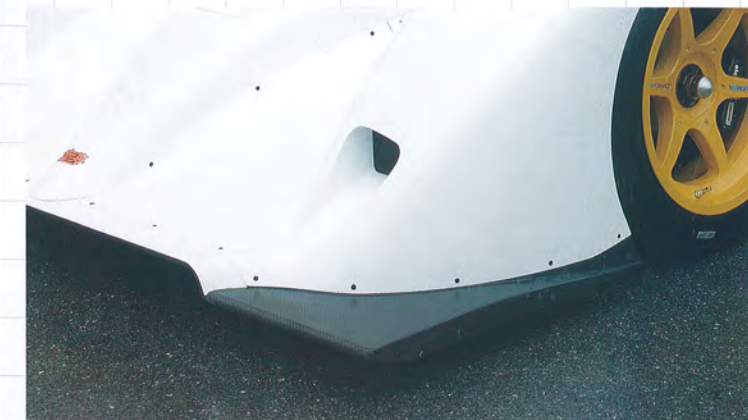
サイドポッド

ドラッグを削るには冷却系をいじめざるを得ない。サイドポッドの開口は極力小さくし、ラジエーターまでの距離の中で渦を作らないよう徐々に流速を下げつつ広げ、スムーズに後ろから抜く。



フロントコーナー部

ドラッグに影響を与えるため、絞り込んで空気を横に流すのが基本。アウディやブジョーのようにカナードを付けばダウンフォースを稼ぐことはできるが、ドラッグが増えるため装着は考えなかった。



ルーバー

ブジョーのようにフェンダーから突き出す形でルーバーを設ければ、圧力の高まったホイールアーチの空気を抜く効果は高まる（＝ダウンフォース増となる）が、それではドラッグも増えてしまう。ゆえに、S102はフェンダーから突き出さない処理とした。



ディフューザー

直線基調でまとめられたディフューザー部。自由度のあるフロントオーバーハング部分に対し、ディフューザー部は規則による縛りが大きい。童夢は自前でCFRPの製造設備を持つ利点を生かし、ぎりぎりのタイミングまで空力処理の形状検討を行った。

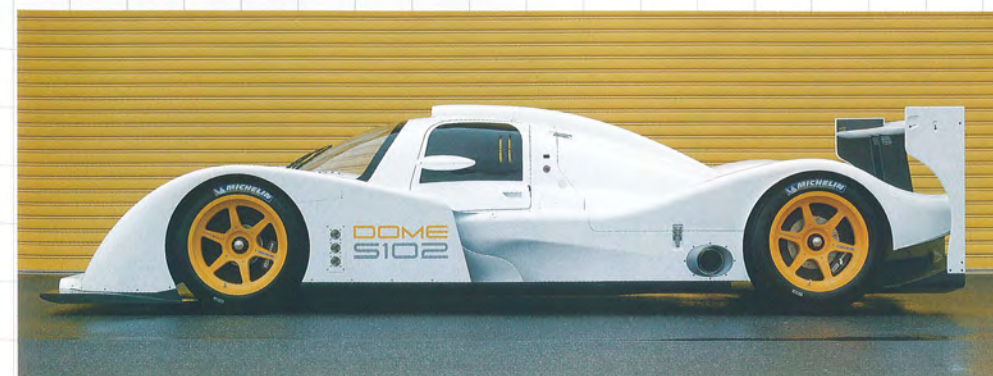


フロントフェンダー～モノコックの空間

ノーズとフェンダーの谷間の空間をいかに大きく取るかが、空力設計上のポイント。フェンダーとボディを結ぶ構造物は規則を満たすため、本来はない方がいい。後方に向かう空気の流れを阻害しないスリット形状とした。

ドラッグを増やさずにダウンフォースを増やす

左の表はS101.5とS102の空力スペック比較。ドラッグとダウンフォースの単位はN(220km/h時)。S102はドラッグを増やさず、ダウンフォース（とくにフロント）を大幅に増やしているのがわかる。ドラッグは9%減とした一方で、フロントダウンフォースは18%増、LDは32%向上させた。CoPは8%前寄りになっている（ブジョーは43%程度か）。ドラッグのレベルを維持しつつLDを5.0にまで高めるアイデアはすでにあるという。



	ドラッグ	ダウンフォース	ダウンフォース:フロント	ダウンフォース:リヤ	L/D	CoP (空力中心)
S101.5	2580	8770	3541	5229	3.4	40
S102	2358	10060	4575	5485	4.5	48