



宮田 飯塚 森

全日本フォーミュラ大会にチャレンジ希望の皆さんへ

マイスタークラブ（モノ造り支援アドバイザーグループ）

森 久男、飯塚 政雄、宮田 卓英

はじめに

昨年9月に行われた第1回全日本学生フォーミュラ大会を契機として、多くの大学が新規参戦の意思表示をしていることを知り、モノ造りの世界に長年携わってきた私達のマイスタークラブスタッフ一同は、大変心強く感じています。私たちはこれまでの約2年間に活動した数多くのチームを側面からお手伝いする機会を得ました。そして、彼らがどのような困難に遭遇し、どれだけの努力をしたか、その結果で何を得たのかを見てとても感動しています。そして、これから新規参入を目指す皆さんに少しでも役立てばと思い、この活動へのチャレンジに際して必要な基礎知識と注意点を「**チームの運営**」「**車両諸元の検討**」「**車両の製作**」に分けてアドバイスしたいと思います。



第1回大会 風景

1. チームの運営

この大会は、単に車を走らせるだけの競技ではありません。車両の企画立案から、スポンサーとの交渉、日程やコストの管理、製作から性能や耐久性の確認などを通じて、企業の経営やプロジェクトチームの運営を体験するものです。それには「ヒト」「モノ」「カネ」の三要素が必要です。チーム結成にあたって、まずこの点を考慮して下さい。

1.1 「ヒト」

学校生活の中で「チーム活動」と言えば体育系のクラブか、趣味のサークルが一般的ですが、これらは目的に対して同じような考え方や同質の才能の人が揃っていることがスムーズな活動に必要です。

しかし、これから皆さんが始める活動にはより高いレベルの経営感覚が必要になります。時には正反対の感覚で意見を言える人や、異質の才能を発揮できる人が必要です。

気の合う人だけで集まる「仲良しクラブ」ではなく、異能・異質の人

がお互いに切磋琢磨できるチーム作りを心掛けてください。

発足当初の人数は色々な役割分担を考えると10人～15人くらいを確保したいところです。

1.2 「モノ」

チームの活動には施設・設備・資材・用具などが必要です。学校内にクルマ作りに必要な場所と、自分達が自由に使える機械加工や溶接の設備が無いと、思う様な活動が出来ませんので、学校内の理解を得て確保して下さい。実際の活動に必要なスペースや設備については、「車両の製作技術」の項で説明します。

1.3 「カネ」

チームメンバーと製作に必要な設備の目途が立ったら、次に必要なものが予算です。予算の中で最も重要なものが学校側からの助成金だと思います。チームの活動計画に対して、学校側の理解度やスタンスは千差万別のようなのですが、学校側に提出する皆さんの企画書次第で理解度も高くなると思います。この活動

に参加する目的と目標、そして得られると思われる効果を具体的に明確に表現して説得力のある企画書を作って下さい。一方で、学校以外の理解者を自分達で開拓する努力も必要です。地元の企業や学校の先輩達に、チームの活動の目的と目標を理解してもらって、物品や資金の援助をお願いすることは社会の仕組みや協業体制について学ぶ最良の場です。しかし、学校やスポンサーから提供されるものは単なる「お恵み」ではなく、「ギブ・アンド・テイク形式」のビジネスであると言う事を忘れないでください。チームの状況や定期的な活動報告を怠ることなく、理解者達に対して成果で報いることが大事です。

2. 車両諸元の検討

2.1 車両諸元の検討は、次の順序で進めるのが一般的です。

- ① 他車データの把握や既参加校からの情報収集活動
- ② 競技規則の調査
- ③ チームの基本方針決定

- ④ 各カテゴリ別の狙いと採用したい機構・構造を整理
- ⑤ コンセプトの決定
- ⑥ パッケージレイアウト図作成とモックアップモデル製作
- ⑦ 細部設計と部品表の作成

2.2 具体的な検討内容

2.2.1 技術情報収集活動

まずは、謙虚に前例を学ぶ事から始めます。20年以上の歴史のあるUSA Formula SAE 参加車両や日本大会参加車両の特徴や主要緒元を出来るだけ詳細に調査します。

2.2.2, 競技規則の調査

競技規則はSAEのHPから調査します。競技規則には、競技の基本的な考え方、参加資格、車両の要件、静的・動的イベントに関する規則が記載されています。

車両要件に関する規則は、一覧表にして置き、車両製作時に図面チェックリストとして活用する事をお奨めします。

2.2.3, チームの基本方針の決定

参加初年度から優勝を目指す意気込みは大切ですが、欲張りすぎると思わぬ課題が発生して、車両が競技当日までに完成しない可能性があります。従って、初年度は、流用部品を多用して少し重くても確実な車を完成させ、全競技に参加することが大事です。そして、車造りの経験と競技のデータ収集に重きを置いて下さい。

2.2.4, カテゴリ別採用構造の検討

チームの方針に沿った、サスペンション、フレーム等、カテゴリ毎の採用構造の検討をします。カテゴリ別責任者は、どの様な狙いで、

どの様な機構や構造を採用するのかまとめます。初年度は、無理な技術は盛込まない事です。また、どの様な機構や構造にするかは、チームリーダーと相談の上決めます。

2.2.5, コンセプトの決定

チームのコンセプトは、車両の特徴として現れます。また、車両全体がひとつのコンセプトで統一されてないと、デザイン評価での訴求効果が薄れます。従って、開発コンセプトは、開発に携わる全員が理解して置く必要がありますので、出来るだけ多くのメンバーが検討に携わる事をお奨めします。

2.2.6, パッケージレイアウト図作成とモックアップモデル製作

パッケージレイアウトとは、乗員と全ての重要構成部品を車体枠の図面の中にレイアウトする事です。そして、モックアップモデルとはレイアウト図に基づいて簡単な実物大の模型を作ることです。この一連の作業を行うことで、後からの追加工が無い、部品の洩れがない、無駄なスペースが無い、図面による検討が容易に出来る等のメリットがあります。

パッケージレイアウト図を作成するためには、X,Y,Z方向の基準点を決める必要があります。基準点は、将来の諸元比較の為に一度決めたら次の年も同様の基準点を使う事をお薦めします。

2.2.7, 細部設計

2.2.7.1 エンジン関係

チームのコンセプトに最適なエンジンを選択します。現在の主流は4気筒エンジンですが、軽さのメリットから、単気筒エンジンを使用す

るチームも出てきました。20φのリストリクターの形状と、吸気管容積は流体力学などの先行試験をもとに、最適な仕様を選びます。排気管関係は各気筒とも極力等長で、曲げもスムーズな形状とします。

2.2.7.2 サスペンション関係

ホイールベースやトレッドは、競技場のコースレイアウトに合致するものとします。サスペンションがストロークしても、出来るだけホイールアライメント（キャンバーやトー）の変化が少ない設定にします。

サスペンションの取り付け部や、タイロッドエンド（ギヤーボックス）の位置の選択には十分に時間をかける事をお奨めします。この設定が悪いと、車が、曲がらない、真っ直ぐ走らない原因になります。

タイヤサイズの決定は、色々な要因がありますが、許容荷重を優先にして決めます。

また、ブレーキは軽量でコンパクトを狙って、二輪車用を使うケースが主流です。

2.2.7.3, フレーム関係

競技規則により管径と肉厚を指定された部分と、制約の無い部分から構成されているので、十分に調査してから設計作業にとり掛かります。フレーム構造は、乗員位置がオープン構造のため、捻り剛性の確保に配慮が必要です。フレームの要件は「軽量・高剛性」が望ましいが、これを実現するためには、フロントフープとメインフープが高い位置でつながれていること、大入力の部分に骨を通す、即ちダンパーの取付け部やエンジン搭載部が効率よく接続されている事が必要です。

2.2.7.4 駆動系関係

エンジンに二輪車用を用いる場合には、デフを選定してデフケースを作る必要があります。この部分はギアレシオ決定の場所ですので、車の走りを決める場所でもあります。また、ドライブシャフトの選定も重要な作業です。

2.2.7.5 コントロール関係

コントロール関係は、ペダル系とチェンジ操作系になります。ペダルは踏みぬけスイッチやリターン springs も考慮して、かつ形状は、踏力方向に配慮して力学的に設計することをお奨めします。チェンジ関係は、ワイヤータイプとロッドタイプがありますが、コントロール系が長いので、フリクションの低減と剛性の確保に留意する必要があります。

2.2.7.6 冷却性能関係

第2回日本大会は、真夏に開催されますので、冷却効率を上げるためにラジエター前後の差圧を確保する必要があります。差圧の確保には、ラジエター廻りのシールと効果的な導風板の設定が必要です。

2.2.7.7 電装関係

これまでの参加車両では、配線のトラブルが多く見受けられます。トラブルの原因として多いのは、振動対策の不完全、間違い配線、結線の不確実、防水対策の不備などです。振動に強いスイッチ類、簡単に外れない構造のカプラー、電流容量に見合った線径、配線の色分け、防水カプラーとする等の配慮が必要です。

2.2.7.8 部品表の作成

設計担当者には、細部設計時に平行して部品表を作成することをお

薦めします。これにコストや重量を記入して管理する習慣をつけましょう。

3. 車両の製作

3.1. 製作設備と工具

フォーミュラカー造りには、適切な設備と工具が必要です。以下必要最低大物設備を列記いたします。

3.1.1. 作業スペース

車両組立には、車の大きさに応じたスペースと部品や工具類を置くだけの平坦な床面積と大きな出入り口を備えた作業室が必要です。最低でも4m×6mの床面積を確保して下さい。

3.1.2. 機械加工設備

旋盤、ボール盤、フライス盤、両頭グラインダー等を確保します。

3.1.3. 車体加工設備

フレーム結合用の定盤、交直両用TIG溶接機又はMIG溶接機、カットグラインダー、ディスクサンダー、アセチレンガス溶接設備(使用に際しては資格が必要)、万力つき作業台、ハイトゲージ等が必要です。

このような加工設備がどうしても使えない見通しが見つからない場合は加工をお願い出来る加工メーカーを探す必要があります。その他手工具として、ジャコ万力、スケール、罫書き工具、組立工具としてスパナ、ボックス類が必要です。

3.2. フレームボディー製作の手順

3.2.1. フレーム製作

一般的にはスペースフレームの材料はJIS規格の中から選定します。一般構造用炭素鋼管STKM11A~13A位が適当と考えます。最初からのクロムモブリデン材は加工、溶接作業、が難しいので見送

った方が良いでしょう。

パイプ材の曲げは、乾燥した川砂をパイプにつめて加熱しながら曲げることも可能ですが、経験のない皆さんはパイプベンダーを保有している加工メーカーに依頼するのが適策です。曲げRはロールを保有するメーカーとよく相談して決めて下さい。

3.2.2 フレーム結合作業

フレームの骨格が精度良く出来ていないと、狙った操縦性能を得られません。そのためには正確な平面と、高剛性の治具が必要です。特にサスペンションアーム、ショックアブソーバ、ステアリング装置の取付けポイントは、設計値を正確に確保できる治具を用意して下さい。

さらに精度を確保するためには、溶接歪を最小限に抑える必要があります。パイプ材の結合部の形状合わせ加工や、溶接順序、溶接時加熱しすぎないことなどがポイントになります。

3.3. サスペンション部品の製作

アッパーアーム、ローアーム、各種ロッド類の製作はフレームと同様な考え方の治具で製作出来ませんが、精度と強度の確保にはTIG溶接が適しています。

アップライト(ナックル)は、軽自動車部品の流用が可能であるが、重量と設計自由度から新作が望ましい。ベアリングホルダー部を旋盤加工し、角パイプ材とTIG溶接で結合後精密仕上げします。アルミ材のブロックからNC加工で削り出す方法で精度良く作ることも出来ます。

3.4, 排気管の製作

使用するエンジンのエキゾーストパイプをそのまま使うことが出来ればよいですが、ほとんどのチームが車体に合わせ製作しています。しかし、排気管の設計はレイアウトが難しく、図面化にも多大な時間が必要です。便宜的には現物合わせで製作することになります。一例としては、先ず排気の集合部の部材を車体に取り付けておき、搭載したエンジンの排気ポート位置までの間を排気管の設定長さ相当のアルミ 3 ~ 4 mm 丸棒等を使って、他の部品とのクリアランスを考慮して曲げて、1本1本の排気管のモデルを作ります。次に所定の径のパイプで排気管を作ります。が、パイプはあらかじめ加工メーカーにお願いし、

100R程度のU形、45度、90度に曲げた物を数個ずつ用意しておき、これをモデルと合わせながら適宜切断して、TIG溶接でつなぎ合わせして作ります。

3.5, 吸気部品、燃料タンク

吸気部品は一般的にアルミ材で構成されているものが多く、TIG溶接で結合します。アルミ材の溶接は、溶接機を交流電流に切り替えて行います。軽量化を狙い過ぎ板厚を薄くしないことがポイントです。板厚が薄いと、溶接部が気泡発生し思わぬ失敗をするので板厚は2.0mm以上のものを使用することをお奨めします。

特に燃料タンクは溶接が不完全であるとガソリン漏れが発生し、車両火災の原因となるので、完成後に必ず水槽の中で0.3気圧以上の空気を20秒程度かけて、空気の漏

れが無いことを確認する必要があります。

3.6, カウルの製作

カウルは最後に作るチームが多く、どたばたと作ることでありますが、商品価値を決める重要部品ですから計画的に作りましょう。

FRP成形で製作する場合、モデル製作から仕上がり完成までは下記のように多くの工程を必要とするので、日程を十分に確保して下さい。

- ①マスターモデルの製作
- ②割り面、フランジを考慮した反転型（凹型）の製作
- ③ 離型剤塗布、
- ④ ポリエステル樹脂塗布
- ⑤ガラス繊維布（450#）積層
- ⑥同上④と⑤を3回積層
- ⑦離型、凹型完成
- ⑧製品張込み作業（凹型張り込み作業と同じ要領で2回積層）
- ⑨表面仕上げ成形
- ⑩表面塗装
（下塗り、400#ペーパー研磨、本塗装で完成）

以上のように、多くの工程を必要とします。

カウルの製作には引火性の高い材料や、健康に悪影響をおよぼす粉塵など作業環境や取り扱いに充分注意が必要です。仕上がり品質を良くするには気温により、材料の配合割合を調整する等かなりの経験を必要としますので、経験者を探してアドバイスして貰うことをお奨めします。

4, あとがき

車の開発は、部品を組み付ければ

終りではありません。試験走行を何度も繰り返して、熟成を計る必要があります。走るごとに思いもかけないトラブルや課題が発生すると思ってください。それをひとつひとつ解決して性能の良い製品に仕上げることが、技術者としての最大の収穫になります。そして、「モノ」の見方が激変している自分に気付く事でしょう。第2回大会において皆さんの輝いている顔を拝見することを楽しみにしています。