

# 教材用フォーミュラマシン試作研究 (第1報) \*

夏明 成己<sup>1)</sup> 知名 宏<sup>2)</sup> 谷岡 彰<sup>3)</sup>

## A Study on Manufacturing of Formula SAE Vehicle as Teaching Materials (First Report)

Seiki Natsuake Hiroshi China Akira Tanioka

To develop student's capabilities to analyze and resolve issues, we have started an educational study by means of developing a vehicle and participating the Formula SAE event. In this report, we described the initial stage of this educational study. As the first stage, we investigated the body frame structures of a vehicle, which actually run in the past competition event, and also understood the regulations with regards to body structures. Based on these activities, the students have developed rough sketches. Furthermore, with support of a top-level Japanese university on the SAE event, we learnt the planning and analyzing know-hows and measured the dimensions of actual body frames. For the next stage, we will use the prototype body frame as the baseline to study performance and structure of a vehicle with engine, driveline and chassis systems being mounted.

Key Words : Educational material, Manufacturing Education, Formula SAE Vehicles

### 1. はじめに

入学してくる学生の学力の分散や価値観の多様化, 目的意識の弱体化により, 教育する側は学生に対して入学の明確な動機づけや学習の目標設定などを早急に行う必要に迫られている。そのための多大な労力を, 本来の教育に加えて費やすことが避けられない状況である。2年の本科の課程を終了し, さらに2年の専攻科へ進学する学生も, その部分が十分とは言えず, 高度な整備技術能力を期待している企業の要望にも対応が難しい状況が発生している。このため, 物事に対する調査・企画・解析などの能力を学生に身に付けさせるための教育テーマを設定することが急務であると考え。

題材として学生フォーミュラへの参加, 出場を選定した。4年制の大学と比較した場合, 短期大学は人的, 時間的な制約が大きく, 教員のかなりのサポートが必要となることが想定できるが, 本学ではものづくりゼミとして本科でゼロハン・カー (50CC エンジン搭載車) 製作を行っているので, その技術も生かすことができると考えて高い目標を掲げた。その第一段階としての活動過程を報告する。

### 2. 全体の実行計画

題材の内容はかなりハードルが高いため, 大会参加までに3~5年の期間を要すると想定される。このため長期の計画

\*2010年8月6日受理。第42回全国自動車短期大学協会研究発表会において発表。

1)・2)・3) 広島国際学院大学自動車短期大学部 (739-0302 広島市安芸区上瀬野町 517-1)

を立案した。また, 本題材は専攻科2年前期の「特別研究I」で取り上げるテーマのうちの1つとし, 教員の指導のもと, 専攻科の学生に取り組んでもらう。

後期には著者の一人<sup>1)</sup>が担当する「自動車実験実習IV」で本テーマ1つに絞り, 専攻科2年の全学生が分担して取り組む体制を取っている。従って, 前期で本テーマを選択し活動した学生が後期は指導的な役割を果たすものと期待できる。

表1は本テーマの実行計画である。大きく分けて3ステップでエントリーシナリオを構成した。

表1 エントリーシナリオ

ステップI	マシン試作
ステップII	エントリー体制構築とマシン改良
ステップIII	エントリー活動

### 3. 初期調査

#### 3.1. 基本構造調査 (前期の活動)

表1に示す計画に先行して初期調査として前年度には主に文献調査と構造の机上検討に取り組んだ。「特別研究I」はカリキュラム上16時間である。教員の担当時間は2時間で, 4年制大学における卒業研究のような位置付けである。このため, 指導教員は学生と合意した時間帯で活動状況の報告を受け, その内容に関する質疑と次の段階へのアドバイスをを行う。まず, 学生フォーミュラの内容を把握するため, 自動車技術会発行の過去の学生フォーミュラ大会のレビュー<sup>(1),(2)</sup>を調べ, 車体構造情報を入手する手掛かりとした。表2に活動日程の概略を示す。

表2 初期段階の活動日程

・レギュレーション調査	：	4月～8月
・フレーム寸法調査	：	4月～5月
・フレーム寸法概算（スケッチ）	：	5月～6月
・フレーム図作成	：	6月～7月

調査の結果、参加校からはそれぞれ特徴あるフレーム形状が提示されているが3次元的な画像が大部分で、具体的な構造を把握し難いという難点があった。



図1 掲載図の例<sup>(1)</sup>

その中で、部材の詳細な寸法は分からないものの、全長、全高などが記述してあり、側面、平面、正面形状の骨格形状が分かりやすい金沢大学の車体フレーム構造を参考にした。図2、3にCAD図<sup>(1)</sup>を示す。なお、この車体は第3回大会で優秀デザイン賞を獲得している。

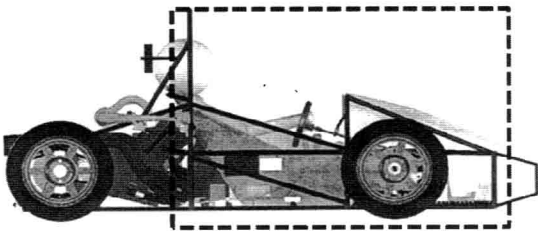


図2 側面視

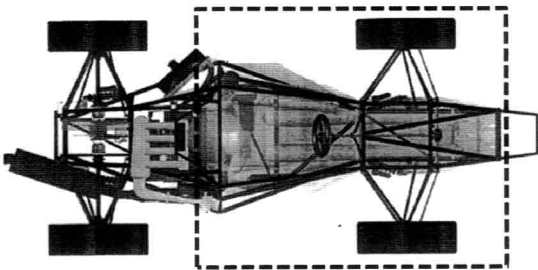


図3 平面視

この段階ではまだ搭載エンジンの仕様や足回り構造は未定であったので、まず車体前部の基本骨格構造を検討することから開始した（図中破線部分）。寸度を与えられている全長、全高、全幅を基準にCAD図から概略の寸度を読み取り、簡単な線図を作成した。

表3 車両の主な諸元

全長	2700mm
全高	1310mm
全幅	1100mm
ホイールベース	1600mm
トレッド	1150mm

表3の諸元を元にCAD図より寸法を割り出したラフな線図を図4、5に示す。この段階では構造部材の形状は未定であったため、中心線のみで作図してある。人間工学的な観点からHP（ヒップポイント）を基準としてペダル位置などを想定した<sup>(3)</sup>。

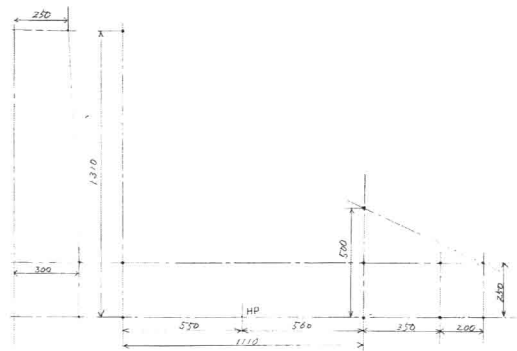


図4 側面図

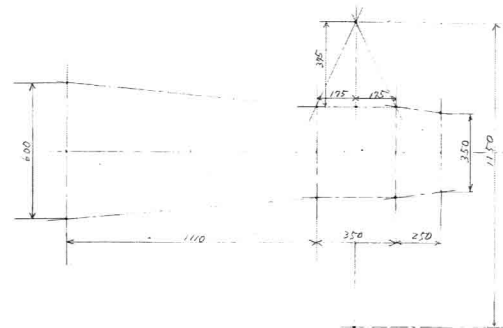


図5 平面図

### 3.2. レギュレーション

基本骨格の調査と並行してレギュレーションの解釈も担当させた。自動車技術会のホームページより「2009 Formula SAE® Rules」を入手し、車体前部に関連する基準の確認を行った。全て英文のため、このような文献を扱うことは学生にとっては初めての経験のようでかなり難航した。和訳を担当する学生は当初翻訳ソフトを用いて機械的に訳を行ったが意味不明の日本語になっているのが分かったようで、辞書を用いて一文ずつ和訳させることを指導した。着目している車体前部に関連する項目を教員がレギュレーションから選び、それを訳させることを試みた。担当した学生からは、当初は全

て辞書で調べたが、そのうち同じ単語が頻繁に出てくるので辞書なしでもある程度は意味を把握できるようになったという感想が寄せられている。

### 3.3. 駆動系の検討（後期の活動）

机上検討により車体前部の概略の構造を想定できるようになったので、後期の「自動車実験実習Ⅳ」ではより具体的な検討を試みた。まず、搭載するエンジンをホンダ V2 エンジン（400cc）とし、ドライバとなる学生の体形の採寸を行ってペダルの配置などを決める作業に取り組んだ。この段階でも全て図面やスケッチ上での検討となり具体的なモノが目の前に無いため、学生の気力が低下して行くという困難さに遭遇した。このため、学生のモチベーション向上を図るため“楽しいクルマづくり”という観点に立つように進め方の方向転換を行った。エンジン、トランスミッションなどの搭載方向や車両全体の寸法、サスペンション取り付け部のクリアランスなどを具体的にイメージしやすいということで既存の軽自動車のエンジンと駆動系をユニットとして搭載することを学生に提案した。その候補車種としてスズキのターボ車を選定した。より具体的なイメージが得られることで学生の意識の中には完成した車両が見えてくるようで、うまくモチベーションの向上を図ることができたと考える。この時点での学生からの感想は以下のようなもので、前向きになっていることを窺わせる。

- ・FRP でカウルを作製したい
- ・少しでも形が見えてくると楽しい
- ・早く完成させて実走行を行いたい

## 4. フレーム試作

### 4.1. 事前調査

今年度は事前調査として、既に大会にエントリーしている経験を持つ広島工業大学の車体フレーム見学の機会を得た。実物を見ることでフレームの具体的な構造や溶接方法などが把握できた。さらに著者<sup>3)</sup>の一人が学生フォーミュラで優勝経験があり、豊富な参加活動を行っている上智大学のチームへ直接協力を仰ぎ、大会参加に関する種々の情報や注意点やノウハウなどを教授してもらいさらに過去に優勝した車体のフレームを貸与してもらった。

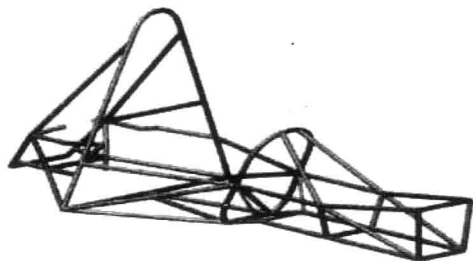


図6 貸与フレーム骨格 CAD 図

上智大学は過去の大会への参加経験が豊富であり、今回貸与してもらったフレーム（以下 SR0700）にも技術的な裏付けがある。SR0700 の構造を調査、研究することで本学の車体構造の技術レベルを短期間で効率的に向上することができる。

### 4.2. フレーム試作

フレーム試作に際して、各部位の寸度を求めるために SR0700 を基準面に設置する必要がある。そのため、簡易的な定盤（図 7）を作製し工作室に設置した。

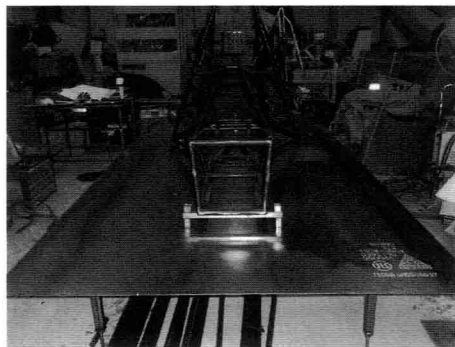


図7 簡易定盤と SR0700 フレーム

それを基準面としてフレームを置き各部材の寸度測定を行った。なお、この段階で SR0700 の車体は実走行などを行ったためか歪んでいることが分かったので部材の寸度測定は実物と図面の両方で確認しながら決定していった。参考とした SR0700 の側面図、平面図を図 8、9 に示す。

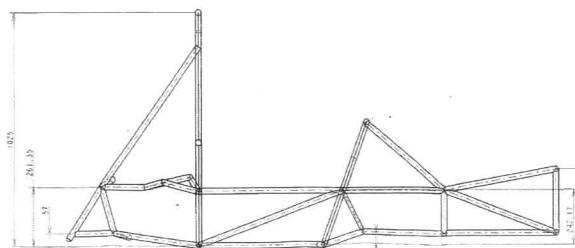


図8 SR0700 側面図

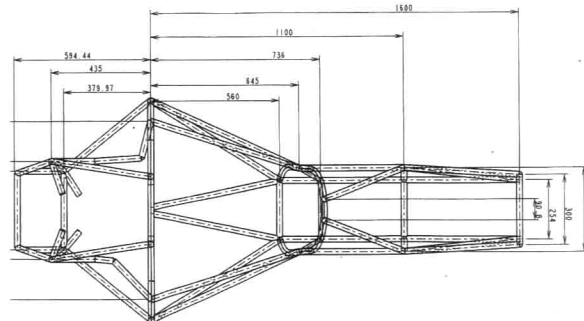


図9 SR0700 平面図

実物と図面を参考に  $\phi 24.5\text{mm}$  の構造用炭素鋼製のパイプで車体の前部フレーム作製に着手した。図 11、12 に作製中のフ

フレーム図を示す。

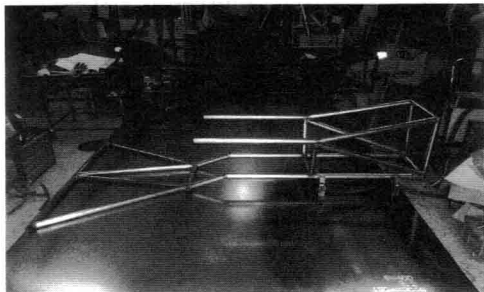


図 10 フレーム側面視

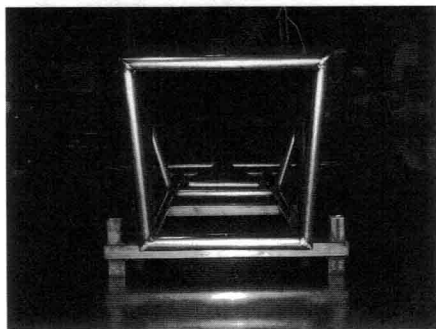


図 11 フレーム正面視

各部材を溶接する段階で平面的な歪みは定盤利用のため回避できたが、空間的な歪みが発生し寸度の修正や歪みの除去は現時点でかなり難航している。このため、

- ・専用固定治具の製作
- ・パイプ加工機材の活用

により、後期は車体後部も含めた全体の骨格作製に取りかかる予定である。

#### 5. 教育の効果

このテーマは専攻科の2年生の「特別研究Ⅰ」および「自動車実験実習Ⅳ」で取り上げており、関与する学生は少人数のため、アンケート形式とせず個別にそれぞれの感想を聴取した。その結果はいくつか論文中に記述してあるが、この段階では具体的なイメージや目標を提示しないと作業が進まないことが把握できた。具体的な目標の下では学生は高いモチベーションを維持して調査や製作作業を行っており、与えられたテーマを自主的に遂行するという教育効果は得られている。

#### 6. 今後の課題

今回は初期の段階として、学生フォーミュラ大会で技術的に実績のある大学の車体のベンチマークからスタートした。最終目標である大会エントリーまでには多くの課題があり、それをクリアする活動をしていく過程で本テーマに取り組む学生への教育効果が付与されると考える。このため以下の項目を今後の課題として推進していく。

#### (1) 試作フレームの特性検討

骨格構造はコピーしたことになるが、部材形状や材質などは異なるため、その影響も含めて車体の静剛性や重量などを今後詳細に比較し、モデルとした骨格との違いを明確にする。

#### (2) 組織の構築

活動を効率的に推進するには企業における車両開発と同様な体制をとる必要があり、理想的な形態としてリーダーを置き、その下に、企画、製作、走行などを担当するチームがあることが望ましいが、学生の数、活動期間などの制約で組織作りにはかなりの困難さが想定され、学生が何役も受け持つことと教員のかかなりのサポートが必要となる。

#### (3) 車両のコンセプトの確立

ベンチマークの結果に加えて、これまでの大会で上位にあるチームの車両諸元や運動性能などのデータを調べ、目標とする重量、運動性能、商品性などを確立する必要がある。

#### (4) 設計手法、試験手法の構築

車両コンセプトに基づいた目標値を満足する特性を有しているかを確認するためには、設計手法やシミュレーション手法、実験手法などの構築が必要で、広島国際学院大学工学部との連携も検討する。

## 7. 謝辞

本研究遂行にあたり、「財団法人 東京自動車技術普及協会」より助成金を頂きましたことを記し、謝意を表します。また、実車のフレームの貸与や大会参加に関する種々の有益な情報の提供などいろいろ便宜を図っていただいた上智大学の学生フォーミュラチームメンバーおよび指導教官の方々に厚くお礼申し上げます。

広島国際学院大学自動車短期大学部の諸先生方には論文作成や発表に際しての有益な助言をいただきました。ここに厚くお礼申し上げます。

## 参考文献

- (1) 第3回全日本学生フォーミュラ大会レビュー  
社団法人 (株)自動車技術会, p.12-13
- (2) 第4回全日本学生フォーミュラ大会レビュー  
社団法人 (株)自動車技術会
- (3) 自動車の基本計画とデザイン  
齊藤 猛, 山中 旭監修, 山海堂
- (4) Sophia Racing Activities Report  
2009 Student Formula SAE Competition of Japan  
9/9(wed)~9/12(sat)
- (5) Sophia Racing ~ Prove to the world ~  
2007 Formula Student UK at Silverstone Circuit  
Design Review '05-'09 (JAP, UK)