

## フォーミュラカープロジェクト 2013

亀井 延明<sup>1</sup> 石井 友之<sup>1</sup> 石田 弘明<sup>1</sup> 江川 庸夫<sup>1</sup> 水野 文夫<sup>2</sup>  
 川原 万人<sup>3</sup> 中嶋 教夫<sup>4</sup> 片野 浩一<sup>4</sup> 菊地 滋夫<sup>5</sup>

### Formula-Car Project Report 2013

Nobuaki KAMEI<sup>1</sup>, Tomoyuki ISHII<sup>1</sup>, Hiroaki ISHIDA<sup>1</sup>, Tsuneo EGAWA<sup>1</sup>  
 Fumio MIZUNO<sup>2</sup>, Takahito KAWAHARA<sup>3</sup>, Norio NAKAJIMA<sup>4</sup>,  
 Koichi KATANO<sup>4</sup>, Shigeo KIKUCHI<sup>5</sup>

Meisei University Formula Car Project team participated the 11th Japan Formula Student. We report activities and contributions by members of our team.

キーワード：フォーミュラカー，設計，製作，課題解決型実習

Keywords：Formula car， design， manufacture， Project-Based Learning

#### 1. 全日本学生フォーミュラ大会概要

自動車技術会が主催となり，2003年に始まり今年で11回目を迎える全日本学生フォーミュラ大会は，「主役である学生自ら構想・設計・製作した車両により，ものづくりの総合力を競い，産学官民で支援して，自動車技術ならびに産業の発展・振興に資する人材を育成する。」ことが目的である。2013年の大会では，国内から74チーム，海外から12チームの合計86チームがエントリーし，一作年過去最多の87チームとほぼ同数となった。

明星大学では，第2回大会より参加しており，その教育効果は，本学だけではなく，各大学にて車両の設計製作技術や組織の管理運営<sup>(1)~(5)</sup>，フォーミュラカー大会を活用したPBL (Project-Based Learning:課題解決型学習)教育<sup>(6)</sup>などの報告がある。また，本報告は本学での取組を継続的に行っているものである<sup>(7)~(9)</sup>。

#### 2. 本学での取り組み

##### 2.1 プロジェクトの構成人員

明星大学では，理工学部総合理工学部機械工学系(旧理工学部機械工学科)において，2001年(平成13年)より，機械工学系の卒業研究の一環としてはじめ，翌年よりゼミナール(3年)，卒業研究(4年)の2年間を通じた，プロジェクトのようにとらえて発足し，その後2回の改組を経て，授業としてプロジェクトⅢ~Ⅵ，卒業研究を通して，活動し，現在に至っている。表1に活動年表を示す。

表1 フォーミュラカー活動年表(明星大学)

| 活動年  | 参加人数 | FA数 | 備考  |
|------|------|-----|---|
| 2001 | 3    | 1   | 宇都宮大+明星大+武蔵工大(現東京都市大学)+慶応大の合同チームを結成し車両の設計 |
| 2002 | 2    | 1   | 宇都宮大学+明星大学にて車両の設計                         |
| 2003 | 5    | 1   | 明星大学+工学院大にて車両の設計                          |
| 2004 | 7    | 2   | 明星+工学院にて大会(第2回)に初出場                       |
| 2005 | 8    | 2   | 明星大学単独(2005以降)，機4年(8)                     |
| 2006 | 10   | 2   | 機4年(10)                                   |
| 2007 | 14   | 4   | 機4年(7)+機3年(6)+電(1)                        |
| 2008 | 20   | 5   | 機4(7)+機3(10)+電(1)+情(2)                    |
| 2009 | 53   | 6   | 機4(10)+機3(12)+情(3)+経営(23)+国(5)            |
| 2010 | 38   | 6   | 機4(10)+機3(8)+情(3)+経営(13)+国(4)             |
| 2011 | 45   | 6   | 機4(7)+機3(6)+機2(11)+情(1)+経営(16)+国(4)       |
| 2012 | 21   | 5   | 機4(4)+機3(9)+機2(7)+国(1)                    |
| 2013 | 19   | 5   | 機4(4)+機3(7)+機2(7)+情(1)                    |

注: ( )内は参加人数，機:現機械工学系，電:現電気電子工学系，情:情報学科，経:経営学科，国:国際コミュニケーション学科，FA: Faculty Adviser(大会に登録する指導教員)

1 明星大学理工学部総合理工学部機械工学系 教授  
 2 明星大学理工学部総合理工学部電気電子工学系 教授  
 3 明星大学情報学部情報学科 准教授  
 4 明星大学経営学部経営学科 准教授  
 5 明星大学人文学部国際コミュニケーション学科 教授

## 2-2 明星大学の大会での過去の成績

大会での総合得点 1000 点、各項目の配点は以下のとおりである。

表 2 大会での配点

| 種目        | 配点   |
|-----------|------|
| プレゼンテーション | 75   |
| コスト審査     | 100  |
| デザイン審査    | 150  |
| アクセラレーション | 75   |
| スキッドパッド   | 50   |
| オートクロス    | 150  |
| エンデュランス   | 300  |
| 燃費        | 100  |
| 合計        | 1000 |

また、図 1 は全日本学生フォーミュラ大会の第 1 回からの出場校数との第 2 回から参加した明星大学の順位(校数を 100 に換算したときの順位)を示したものである。実際の順位は、第 2 回から、19 位/34 校、30 位/45 校、42 位/51 校、15 位/62 校、51 位/77 校、56 位/80 校、69 位/85 校、56 位/87 校、62 位/82 校、62 位/86 校であり、100 校に換算したときの明星大学の平均順位は、66 位となっている。また、学生参加者は、第 2 回では約 600 名から第 10 回大会では 4738 名となり、約 8 倍、昨年の約 1.5 倍になっている。

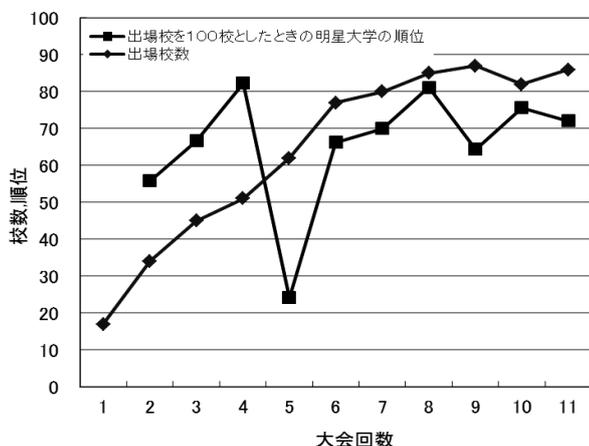


図 1 大会出場校数および明星大学の順位

## 2-3 第 11 回大会への設製作活動

2012 年 9 月の大会終了直後よりチームが発足、2013 年 9 月 3～7 日、会場はエコパ(静岡県小笠山総合運動公園)で行われる大会を目指して、SAE(米国自動車技術会)指定の約 200 ページにわたるレギュレーション(英語)を訳し、ルールを理解し、自分たちのコンセプトを「ドライバー第一」と決め、設計と製作を行っていた。

大会までの提出物などのスケジュールを表 3 に示す。表 3 より 1 月 31 日(木)の大会エントリーからはじまり、受付が

終了すると、大会 web サイトから本学専用のページが与えられる。それ以降は、コストレポート以外は、そこで書類の電子ファイルがアップロードできるようになっている。提出期限までは、何度も更新できるようになっているので、その都度できあがり期限までできるだけ訂正しながら完成に向けて更新している。表 3 の※にあるように、提出ができていないか、または審査の結果、通過ができていない場合は、静的当日審査への出場ができないことが確定する。

表 3 大会提出物のスケジュール(第 11 回大会)

|                       |  |
|-----------------------|--|
| 1 月 31 日(木) 14:00     | 大会エントリー、大会エントリー費支払いメット切(大会エントリー費未払いチームは、原則としてエントリーを認めない)                         |
| 3 月上旬                 | カーナンバー通知   |
| 5 月 31 日(金) 14:00     | 安全構造同等性フォーム、インパクトアッテネータ <sup>*1</sup> 提出期限<br>※6 月 6 日 14:00 以降提出の場合は、書類選考不通過となる |
| 6 月 12 日(水) 14:00     | デザインレポート&スペックシート提出期限<br>※提出期限を過ぎた場合、書類選考不通過となる                                   |
| 6 月 21 日(金) 消印有効      | コストレポート提出期限(ドキュメントと CD-R の両方)<br>※7 月 1 日以降消印の場合は、書類選考不通過となる                     |
| 8 月 2 日(金)            | 書類選考通過チーム発表<br>※書類選考通過チームは、静的当日審査への出場が決定(最大 75 チーム)                              |
| 8 月 16 日(金)           | チーム参加登録用紙、保険加入申込書及び傷害保険付証明書提出期限  |
| 8 月 23 日(木) 14:00     | シェークダウン証明提出期限 <sup>*2</sup> (書類選考不通過チームは、対象外となる)                                 |
| 7 月 1 日(月) 10:00～受付開始 | ※未提出や不受理の場合は、車検および動的審査に出場できない  |
| 9 月 3 日(火)～7 日(土)     | 第 11 回全日本学生フォーミュラ大会  |

\*1: 車両の前端部に取り付ける衝撃吸収材のこと。レギュレーションでは、長さ、幅、高さの最小寸法や衝突した時の減速度等が決められている。

\*2: 競技車両の「テスト走行」を意味している。証明には、動画にて、その記録を提出することとなっている。

下記に各期別作業概要を記す。

### (1)2012 年 9～10 月(初期設計・構想段階)

今回のチームは、昨年の 9 月から始動した。まず、新しく製作する車両のコンセプトや設計プランを決めることから始まった。また、前年度のメンバーより反省点や多くの意見をもらいながらチームが動き始めた。



(1)車両コンセプトミーティング



(2)CADによる設計の様子

図 2 初期設計・構想段階

今年度はミーティングの結果「コンパクト」をコンセプトに決定し、コンセプトにあった車両を設計するために、まず 2D ジオメトリを用いてフレームを設計した。このときドライバーの位置や、姿勢、目線に注意して設計を行った。このジオメトリに基づいて足回りやペダルの位置、エンジンの位置を考慮し 2D で設計した。また、レギュレーションの解釈などを充分に行う。



図 3 3D-CAD による 2D ジオメトリの設計

(2)2012 年 11 月～2013 年 1 月(設計の修正・変更・確認作業)

フレームの設計が終わり各パートで CAD 上でフレームにアセンブリ、それと同時に図 4 に示すコックピットのモックアップを製作しドライバーの体型との比較なども行った。このときに最終的なパーツ配置やブラケット類の設計に取りかかり、CAD 上でアセンブリすることでパーツの干渉などをなくしていき、レイアウトを決めた。

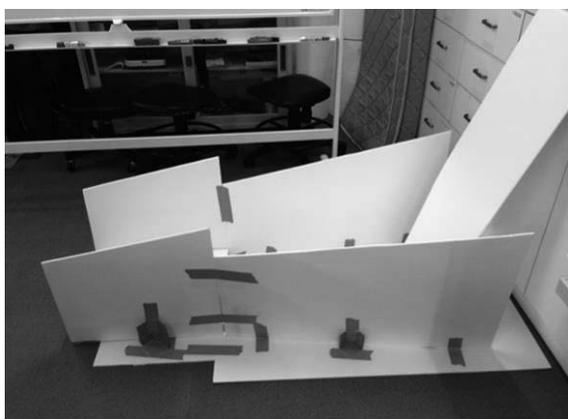


図 4 モックアップ製作(初期段階)

(3)2013 年 2 月～5 月(製作)

上記の充分な確認を行って、いよいよ製作に入り作業を行った。下図に製作の一部を記載する。



(1) 溶接 (2) フライス加工

図 5 モックアップ製作(初期段階)

(4)2013 年 6 月(コストレポート制作作業)

6 月から組立作業に取りかからずコストレポートに取りかかった。6 月下旬の提出締め切りまで、約 1 か月間で制作した。



図 6 提出したコストレポート

(5)2013 年 7 月(組立作業)

8 月に開催される試走会に向けて最終作業に取り組んだ。いろいろなパーツが組み合わさることで設計では気がつかなかった所が見つかり、改良に迫られた。



(1) 足周り取り付け (2) ワイヤハーネスの仮止め

図 7 組立作業

その後、シェークダウン証明等の提出後、大会に望んだ。

## 2・4 第 11 回大会の参戦報告

下記、各日別に活動内容を記す。

(1)第 1 日目(9/3)

初日は、与えられたピット位置の確認、設営、大会エントリー、デザイン審査と FA&キャプテンミーティング等をこなした。また、広い大会場で、審査会場の確認や、大会での注意点をメンバーで確認した。

今年度の車両は、既に完成していたので、初日からピットに搬入できた。年度によっては、初日は、まだ大学で製作修正を行っているときもあったので、初日はクリアしようだった。図 8 にチームピットの様子を示す。

- 11:30 ピット設営
- 12:00 チーム受付  
担当別に車両調整
- 14:30 車検予約
- 16:45 デザイン審査
- 18:15 CAP ミーティング
- 19:30 ピットクローズ



図8 チームピット

## (2)第2日目(9/4)

プレゼン審査, 技術車検, コスト審査と過密なスケジュールだったが学生の努力により対応をそれぞれ分担して行った。

また, 技術車検では, 安全面を配慮して, 約1時間に及び100項目以上を確認する作業があり, 「リアサスのストロークの調整不足」, 「ハンドルをフルに切ったときの締め付けボルトへの接触」, 「電気配線の再シールド化」, 「ステアリング部分と足の接触の防止」等の指摘を受け, 再車検となり, 修正に入った。ただ, 充分修正可能であり, 時間がある限り, 大会会場内にある修理工場も利用し, メンバー全員で対応を行った。

その様子を図9~図11に示す。

6:45 ピット集合

9:30 プレゼン審査

11:00 技術車検

数項目通過できず再車検, 指摘された箇所の修正

15:00 再車検予約

16:15 コスト審査

18:00 ドライバーズミーティング

19:30 ピットクローズ

## (3)第3日目(9/5)

前日で指摘された点を全てクリアして, 技術車検をパスした。合わせて, 燃料漏れをチェックするチルト試験や, 騒音試験も全てをパスした。後は, プラクティスによる走行練習を行うことができた。

また, 動的審査のオートクロスとは, 約800mのコースを走行するもので, 各チーム2名のドライバーがそれぞれ2回, 計4回走行し, タイムを競う。このオートクロスで規定以上のタイムを残さなければエンデュランスに出場できないことになっている。

そのそれぞれの様子を図12~図14に示す。

6:45 ピット集合

8:00 技術車検

3項目通過できず再車検, 指摘された箇所の修正

13:00 車検通過

14:00 プラクティス

15:30 プラクティス



図9 プレゼン審査



図10 コスト審査



図11 技術車検



図12 チルト試験

17:00 オートクロス

18:00 車両整備

19:30 ピットクローズ



図 13 騒音試験



図 15 エンデュランス



図 14 オートクロス



図 16 ピット内での記念撮影

(4)第 4 日目(9/6)

この日は、大会で、一番重要な動的競技であるエンデュランスを行った。まず、競技に出場することが、本大会での課題だっただけに、皆この最大難関のクリアを喜んだ。この競技は、オートクロスと同じコースを 10 周走行し、ドライバーを交代、さらに 10 周走行する耐久走行。走行終了後に、燃費と騒音の検査をし、燃費に関してはその後得点に反映される。

この競技の結果は、競技中にエンストで、リタイヤとなった。

それぞれの様子を図 15 と図 16 に示す。

- 6:45 ピット集合
- 10:00 プラクティス
- 13:00 プラクティス
- 15:00 プラクティス
- 17:00 エンデュランス
- 18:00 車両整備
- 19:30 ピットクローズ

(5)第 5 日目(9/7)

最終日は他校との情報交換など、競技中は余裕が無かったが、他校や展示などを見学することができた。図 17 は、第 11 回大会の集合写真である。



図 17 第 11 回大会集合写真

- 10:00 ピット集合
- 12:00 全体集合写真  
他校視察、ピット片付け
- 17:00 表彰式
- 19:30 ピットクローズ

3.おわりに

本プロジェクトの活動は、新カリキュラムとなって初めての 4 年生が中心となり行ったものである。昨年度も同様に 4 年生が中心であった。現 4 年生が 3 年生の後期から、

設計・製作をはじめ、大学での活動のみならず就職活動と、学生にとって多忙な毎日となっていた。そこで昨年度同様、新カリキュラムのプロジェクト科目受講生の3年生と2年生は見学という形で参加して3学年体制を試みた。昨年度の報告でも記載してあるが、3年次では、専門科目の履修に力を注がないと、過去に留年生も発生しているため、やはり4年生の組織が中心とならざるをえないようであり、この課題は、現授業の枠組みでは、永久に不可能であると考え。ただし、2, 3年次の時間的制限を考え、役割分担を綿密に考えることにより、今後、明星大学らしい組織作りを試行錯誤していくことが必要であり、そこに、よりよい教育プログラムの可能性を開発していかなければならないとも考える。

設計活動では、本学に導入されている3D-CAD(CATIA V5)を十分に活用するとともに新たなCATIAの使用方法も開発しながら試行錯誤の上、毎年このスケジュールをこなしていかなければならない。図18,図19は、車体組み立て後のカウル無しの実物およびCAD図である。また、図20,図21は、カウル付きの車体の実物およびCAD図である。



図18 車体-カウル無し



図19 車体(CATIA V5) -カウル無し

フォーミュラカープロジェクトの指導は卒研の指導とは異なり、学生のアイデアに基づき、それをサポートすることにある。従って、アイデアが出ない場合は、こちらからヒントは出すが、最終決断は学生が行うことになる。明星大学では、これを徹底しているため、図1に示す平均66位/100という結果となっている可能性もある、ということは、



図20 車体



図21 車体(CATIA V5)

毎年言い訳に使っているところである。明星大学での車両作りの技術力は、大会での評価で、大変高くいただいていることは、事実であるが、スケジュール管理等、いつも日程通りに行かなく、毎年の繰り返しである。

本プロジェクトが抱える問題は多々あり、多方面からのサポートが必要だと考えられる。

今後も諸問題を解決しながら、プロジェクト参加学生をサポートそして指導する役割を担っていきたい。

## 謝辞

明星大学フォーミュラカープロジェクト STAR(Student Automobile Racing) では、以下の13社に及ぶ企業および団体がスポンサーとなり多くの支援を賜りました。ここに御礼申し上げます。また、各社名及び団体名は、車両やホームページなどで掲示させていただいています。

(敬称略, 順不同)

- ・ウエストレーシングカーズ 株式会社
- ・真幸電機 株式会社
- ・NTN 株式会社
- ・株式会社 ドライバースタンド2りんかん
- ・有限会社 RAC
- ・有限会社 石河製作所
- ・本田技研工業 株式会社
- ・株式会社 MYZ
- ・坂西精機 株式会社
- ・ソリッドワークス・ジャパン 株式会社
- ・特殊技研 株式会社

- ・明星大学育星会(明星大学父母会)
- ・明星大学同窓会明星会

また、活動予算は、明星大学の学内予算「教育の明星」予算から充当しているものである。また、機械工学系より多大な教育研究活動費の援助がある。

## 参考文献

- (1) 宇田和史:「シリーズ:設計・製図・もの作り教育の今(北から南から)(4) 神奈川工科大学システムデザイン工学科における設計・製図・もの作り教育事例」, 設計工学, 35, 8, pp23-29(2000)
- (2) 伊藤宏一:「フォーミュラカーSAE 参加希望チームへのアドバイス-航空高専 TEAM ALLOWA の取り組み」設計工学, 38, 2, pp51-57(2003)
- (3) 宇田和史, 狩野芳郎:「神奈川工科大学における Formula-SAE プロジェクト」, 設計工学, 38, 2, pp58-64(2003)
- (4) 三原雄司:「武蔵工業大学のフォーミュラ SAE への取り組み-2002 年合同チームの活動を中心として-」, 設計工学, 38, 2, pp65-70(2003)
- (5) 関根太郎, 星野倫彦:「日本大学における Formula Car を用いた”ものづくり”実践教育」, 設計工学, 38, 2, pp71-75(2003)
- (6) 若林克彦, 中山紘一:「国士館大学におけるフォーミュラ SAE 競技を活用した PBL 教育」, 設計工学, 38, 2, pp76-82(2003)
- (7) 亀井延明ら:「フォーミュラカープロジェクト 2010」, 明星大学理工学部紀要, 47, pp111-116(2011)
- (8) 亀井延明ら:「フォーミュラカープロジェクト 2011」, 明星大学理工学部紀要, 48, pp35-42(2012)
- (9) 亀井延明ら:「フォーミュラカープロジェクト 2012」, 明星大学理工学部紀要, 49, pp59-66(2013)