

大阪大学学生フォーミュラチームOFRAC 第13回全日本学生フォーミュラ大会 参戦報告

工学研究科
機械工学専攻 准教授
(OFRAC ファカルティアドバイザ)

吉田 憲 司

大阪大学フォーミュラレーシングクラブ (Osaka university Formula RAcing Club, OFRAC, <http://ofrac.net>) が、第13回全日本学生フォーミュラ大会に参戦した。近年、OFRAC チームは実力チームとして上位に位置しているが、昨年度は最終競技でリタイヤを喫し順位を落としたなか、リベンジを誓い臨んだ大会であった。今年度大会では、参加 86 チーム中「総合5位」を獲得し表彰台に返り咲いた。今年度のOFRAC チームの活躍について報告する。

1. 学生フォーミュラ活動について

学生フォーミュラ活動は1981年に米国自動車技術会 SAE (Society of Automotive Engineers) が主催して始まった活動で、小型レーシングカーを題材とし、各大学チームの学生自らの手により1年間という短期間で企画・設計・製作・試験し、大会に持ち寄って競技することで「ものづくりのPDCA サイクル (Plan (企画・設計) -Do (製作) -Check (性能評価) -Act (改善))」を実践する場を提供し、有望なエンジニアの人材育成・教育する活動である。PBL (Project Based Learning、課題解決型学習) に競技の要素を組み合わせることで、その高い教育的効果が世界的に認められ、現在では35か国から約500チームが活動している。全世界で統一ルールに則って行われており、国外の大会に参戦することも可能である。日本においては、(公社)自動車技術会の主催で第1回大会が2003年に開催されて以来、毎年開催されており2015年大会で13回目の開催となった。

大会は別名「ものづくりデザインコンペティション」と呼ばれ、ものづくりの総合能力が問われる。行われる競技は、車両を走らせない「静的審査」と、実際に車両を走らせての「動的競技」に大別され、合計1000点満点の得点競技である。静的審査は、コスト(配点100点)、プレゼンテーション(75点)、設計(150点)

の各審査からなる。また動的競技は、加速性能(直線加速、75点)、旋回性能(8の字旋回、50点)、周回走行のタイムアタック(150点)、耐久走行(300点)、燃費効率(100点)から構成されている。車両の走行性能だけではなく、設計・製作、コスト管理やプレゼンテーション能力など「ものづくりの総合力」を競うことで、学生達にエンジニアとして成長することを促し育成することを目的としている活動であり、いわゆるF1のようなモータースポーツとは異なる。毎年9月に聖地エコパに集い、ものづくりの総合力を競う大会として定着しており、さながら「ものづくりの甲子園」といった感じで、歓喜あり涙ありのドラマが毎年繰り広げられる。

詳細は(公社)自動車技術会の全日本学生フォーミュラ大会のWEBページ(<http://www.jsae.or.jp/formula/jp2/>)が詳しいのでこちらを参照されたい。

2. 第13回全日本学生フォーミュラ大会での OFRAC チームの活躍

第13回全日本学生フォーミュラ大会は、2015年9月1日～5日の5日間、静岡県小笠山総合運動公園エコパにて開催され、全86チームが一堂に集い熱い戦いが繰り広げられた。海外からも11チームの参加があり、特に欧州の強豪チームが参加する等、今年も国際色が豊かな大会となった。大会期間中、豪雨に見舞われ一部の競技が中止になる場面もあったが大きな事故等なく競技が行われた。

OFRAC チームは、2015年度プロジェクトリーダーの石田拓人 君(機械工学科 学部4回生)を代表に、工学部・基礎工学部の学生20名と、ファカルティアドバイザ(帯同教員)として筆者が参加した。昨年度、最終競技で車両トラブルによりリタイヤを喫した中、リベンジを誓い参戦した大会であった。

今年度のOFRACの参戦車両(図1)は、昨年度車

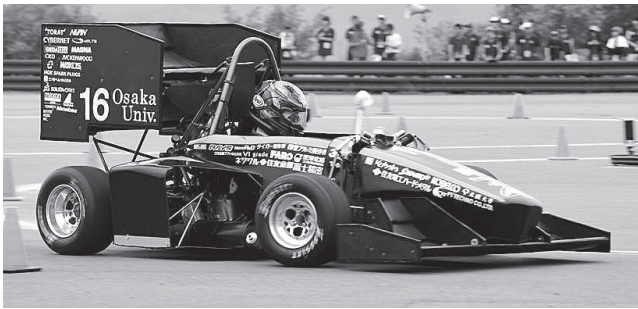


図1：2015年度 OFRAC 参戦車両。
10インチの小径タイヤと大きな前後ウィングが特徴。

両に引き続きフォーミュラカーとしての本質である「速さ」を追求し、設計・開発を行ったものである。昨年度大会ではラップタイム最速を刻む等「速さ」を実現することができたものの、最終種目の耐久走行でリアウィングの破損により無念のリタイヤを喫した。これを受け、今年度の車両開発においては「信頼性工学に基づく車両開発項目の決定」を行い、故障リスクを減らし車両信頼性を確保しつつ、日本大会で総合優勝するためのパフォーマンスを得ることを目指して開発を行った。開発過程では故障モード影響解析 (FMEA) やフォールトツリー解析 (FTA) を用いて、限られたリソース (資金、時間、人) で最大限のパフォーマンスが出せるよう、車両性能向上への寄与度と故障等によるリスクとのトレードオフを考慮し、悔しいリタイヤを繰り返さないよう、開発項目を厳選した上で作り上げた車両である。しかしながら OFRAC チームの伝統で、車両は全て新規製作したものである。ギヤシフトの自動化を実現するオートクラッチシステムや新たなレギュレーションに対応した前後のウィング等の搭載等が大きな特徴となっている。

2.1 大会ドキュメント

大会初日 (9月1日) 競技に先立ち車検が行われた。車検は、技術車検、チルト検査、騒音検査、ブレーキ検査からなり、順に行われる。車検は競技ではないため得点は付かないが、これらの車検項目を全てクリアしないと動的競技で車両を走行させることが出来ない、いわば大会に際しての第一関門である。

技術車検では、車両がレギュレーションに適合しているか厳しくチェックされる。レギュレーションの読み込みと理解が十分行われプロダクトとして実現されているか、ドライバーの安全性は十分確保されているか等について、車両をチェックしながら車検員と学生の問答が行われ、OFRAC チームは大きな指摘事項等

なく技術車検はクリアできた。その後、チルト検査(ドライバーを乗せた状態で車両を横方向に45度、60度と傾斜させ、走行中に想定される横Gがかかった際に車両が横転しないかどうか、またオイルやガソリン等の液体漏れがないかチェック)も問題なくクリアできた。

次に騒音検査であるが、本検査は規定のエンジン回転数のときに発する騒音が規定値以下に抑えられているかをチェックするものである。今年度からレギュレーションが変更となり、騒音特性がA特性からC特性に変更になったこと、また110dBC以下@11000rpmの規定に加えて、100dBC以下@アイドリング回転数、であることが要求されることになり、例年より厳しい条件となった。OFRACチームにとって今年度大会では騒音検査に落とし穴があった。事前のチーム内測定では規制値をクリアしていたが、本番の検査では規制値をクリアできない。対策を講じては測定エリアの列に並ぶ、ということを繰り返したが、結局、第1日目には騒音検査はクリアできず、続くブレーキ検査と併せて、翌日以降に持ち越しとなった。

2日目 (9月2日) 静的審査が行われた。OFRACチームはコスト審査、プレゼン審査、デザイン審査に臨んだ。

コスト審査では、事前に提出したコストレポートを元に、実際に製作した車両を前にして、コスト計算の精確性、車両全体のコスト、部品製作プロセスの理解、の3つについて審査を行う。学生達が事前に作成するコストレポートは、車両を構成する全ての部品のコスト算定表と、各部品ならびにアSEMBリの図面等の裏付け資料からなる。コストレポートは全千数百ページを超える大作である。OFRACではメンバー全員でコストレポート作成に当たるのが伝統となっており、例年、設計者・製作者と密に連携した全身体制で臨んでおり得意種目としている。今年度もコスト計算の精確性ではトップの得点を得ることができた。また部品製作プロセスの理解においてもトップレベルの成績を得ることができ、コスト審査では堂々の全体3位を獲得することができた。4気筒エンジンを搭載しており車両全体のコストでは不利(単気筒車両が有利)な中、OFRACはコスト審査では2009年以来7年連続で3位以内(1位を2回含む)を獲得しており得意種目として定着しているが、今年もチーム一丸となって成し遂げた努力の成果が得られた。

プレゼンテーション審査では「自分たちが小型レーシングカーを企画設計し、生産委託するメーカーの重役にプレゼンし、生産していただくための説得をする」という仮想シチュエーションのもとで、10分間のプレゼンを行う。車両性能のアピールのみならず、市場分析や利益分析の結果もプレゼン内容に含まれる。またプレゼン資料の見やすさ、滑舌やアイキャッチ、プレゼン時間の正確さといったプレゼンテーション技術も同時に審査される。昨年度担当の学生が今年度も引き続き担当して健闘したが、全体45位の成績となり反省と今後の課題が残るものとなった。

デザイン審査では、事前に提出したデザインレポートならびに設計資料をもとに、実際に製作した車両を見ながら、レーシングカーの至上命題である「速く走ること」を目的とした設計・製作が工学的に適切に行っているか、ものづくりのPDCAサイクルを実践できているか、U字型開発を行えているか、等が評価される。OFRACでは近年、設計・製作・評価を忠実に実行実践することで、デザイン審査では2011年度：2位、2012年度：2位、2013年度：1位、2014年度：1位の好成績を獲得しており、強豪チームとして認められている。この日のデザイン審査では、自分たちの設計や手法、新規技術、工夫点を存分にアピールすることができ、暫定上位4チームのみが進出するデザインファイナル審査に進むことができた。デザインファイナル審査進出は大変な栄誉であり、全参加チームの目標である。デザインファイナルでは、自分たちが設計製作した車両が皆の前で優れた設計のお手本として披露されるなか、OFRACは3位の好成績を得ることができた。(図2)



図2：デザインファイナル審査にて。

OFRAC 2015年度リーダーの石田拓人君（中央）とデザイン審査委員長の小野昌朗氏（右）の公開インタビュー。デザイン審査にて3位獲得。

この日に行われた静的審査では好成績を残せたものの、車検の騒音検査では様々な策を講じ幾度も再受験するも、この日もクリアできず翌日に持ち越しとなった。

3日目（9月3日） この日から動的競技が始まる。午前中はスキッドパッドとアクセラレーションが、午後からはオートクロスの各競技が行われる。しかしながらOFRAC車両はこの時点で未だ騒音検査をクリアしておらず、騒音検査とその後のブレーキ検査をクリアした後でないと動的競技に進むことができない。なお、車検をクリアしないと練習走行も全くできないため、ライバルチームが練習走行を行う中で、チーム内で焦りが見られるなか懸命に対策に取り組むことになる。この日も早朝6時から騒音対策を講じることとなった。午前中の動的競技に参加するためには車検全ての項目を11時までに通過しなければならず、時間との勝負となった。様々な策を講じた末、最終的には排気管出口にかなり小さな絞りを設置し、またエンジンマッピングもパワーダウンを承知の上で大幅に変更し、ようやく騒音検査をクリアすることができた。続くブレーキ検査もクリアできたのが、タイムリミットの11時の2分前であった。何度も心が折れそうになるなか、メンバーたちは粘り強く取り組み車検をクリアできたことは本当に感慨深いものがあった。時間ぎりぎりまで車検をクリアでき動的競技に進めることになった瞬間の、メンバーの歓喜の声は忘れられない。

大急ぎで動的競技エリアに移動し、スキッドパッドとアクセラレーションの競技に参加できるようになったが、競技は12時で終了するため練習走行をする時間も無く、ぶっつけ本番で両競技に臨むこととなった。

スキッドパッドは車両の旋回性能を評価する競技である。パイロンで作られた「∞」形のコースを右・左の旋回をし、要したタイムを競う。アクセラレーション競技は車両の直線加速性能を評価するもので、停止状態からスタートダッシュし直線75m先のゴールを駆け抜けるまでのタイムを競う。どちらも単純で最も基本的な車両挙動をさせる競技であるが、それゆえにレーシングカーを設計する上で最も重要な競技である。OFRACチームは大会前のテスト走行において特にこの両競技に対しては十分な準備をしてきた。しかしながら車検通過につまずいたことから、ぎりぎりの時間に追われる中で競技に臨むこととなった。直前の練習走行をする時間が無く、またタイヤは新品で皮む

きもできておらず全くグリップしない状況であり、また騒音対策でパワーダウンしている中でのぶっつけ本番のトライアルとなった。梶井省吾君（機械工学科3回生）のドライブで、目標としていたタイムには届かなかったもののミス無く着実にタイムを残してくれた。結果、スキッドパッド：6位、アクセラレーション：14位の成績となった。

その後 OFRAC チームに不運がもたらされる。午後からのオートクロスの競技に備えて、サスペンションセッティングの確認とドライバー慣熟のための練習走行中、雨が降り始め雨脚が強くなる中で路面状況が悪化し、スリップしウレタンバリアに接触。フロントウイングを破損してしまう。幸いドライバーの怪我や車両本体に損傷は無かったが、FRP製のフロントウイングは修復不可能の状態まで破損したため、その後の競技ではフロントウイング無し状態で臨む決定を下すこととなった。ウイング製作担当の学生、練習走行を行っていたドライバー学生の双方とも失意の中、お互いを庇い合う言葉を掛け合っていたのが印象的であった。結局、午後からのオートクロス競技は雨脚が強くなり運営側が危険と判断したため、競技中止となった。（オートクロスの得点は、車検を通過した全てのチームに対して一律な点数が与えられることとなった。）

最終種目のエンデュランス（耐久走行）競技の出走順は、スキッドパッドとアクセラレーションの順位を考慮して決定された。ぶっつけ本番で臨んだスキッドパッドとアクセラレーション競技であったが、ミス無くタイムを残せたことが功を奏し6番手に滑り込むことができたことから、大会5日目（最終日）午後からの上位6台のみが走行するエンデュランス・ファイナル6で走行できることとなった。

4日目（9月4日）この日は、下位チームのエンデュランス競技が行われた。OFRACチームは夕方からのデザインファイナルの準備を行うと共に、翌日のエンデュランス・ファイナル6に備え、サスペンションセッティングと慣熟のための練習走行を行うこととなった。フロントウイングの破損を受け、車両バランスの観点からリアウイングも取り外して（リアウイングのみの装着だと前後バランスが崩れ曲がらない車両となる）の走行となることから、これまでのテスト走行で蓄積してきたサスペンションデータを用いることができないため、練習走行を行うことでベストのサスペン

ションセッティングを見つける必要があった。

今年度の大会は、チームピットやその他エリアのレイアウトが大幅に変更され、チームピットエリアと動的競技エリアとが遠い位置（競技車両はローダーに載せて移動）となった。競技車両をローダーに積載する場所もチームピットからかなり離れた場所に位置しており、そこまでの道中、凸凹のある路面を手押しにより車両移動することが強いられた。競技車両は低重心の設計でありこのような凸凹のある道は設計想定外であることから手押し移動には細心の注意を要するが、1度目の練習走行からの帰りの道中、車両下面を地面にこすり、エンジン下部のオイルパンを破損してしまう。オイルパンに穴があきエンジンオイルが全て漏れ出す事態となった。夕方のデザインファイナルまでに修理を完了する必要がある、これも時間との戦いとなった。オイルパンの取り外し、穴があいた箇所をアルミ溶接により修復、漏れチェック後に組み付け、の作業を行うこととなった。オイルパンはエンジンの主要部品であり大掛かりな作業となったが、学生たちは全ての作業において手早く適切に対応して修復を完了することができた。予想外の事態にも冷静に対応し成し遂げたことに、チームメンバー皆のエンジニアとしての成長を感じた。

最終日（9月5日） OFRACはこの日の最終セッションのエンデュランス・ファイナル6に臨んだ。エンデュランス競技は、オートクロスと同じコースを2名のドライバーが連続して各10周ずつ、合計20周（総走行距離は約20km）を走行し、車両の速さと耐久性を評価する競技である。また燃費効率の競技も兼ねる。毎年、耐久走行競技を完走できるチーム数は20～25チーム程度でありハードルが高い競技である。

ドライバーは原田勢那君（機械工学科2回生）と住中真君（機械工学専攻修士2回生）が担当した。前後ウイングが無い状態で、また騒音対策のため排気管出口を塞いだこと、エンジンマッピングを大幅に変更したことからパワーダウンとオーバーヒートぎりぎりの走行を強いられまさに満身創痍のマシンであったことから、両ドライバーともマシンを労わりながらの走行に徹することとなった。結果、最後まで走りきり、ゴールまでマシンを持って帰ってきてくれた。ラップタイムは目標には届かなかったが、昨年度の悔しいリタイヤから2年越しとなる全種目完走を果たすことができた。（図3）エンデュランス競技の第2ドライバー

の住中君は、リタイヤを喫した昨年度チームのリーダーであり、またリタイヤの瞬間のエンデュランスのドライバーであった。悔しい経験から2年越しの完走を果たすことができた嬉しさ、しかし万全の状態では走らせられず実力を発揮できなかった悔しさ、この二つの思いでエンデュランス完走直後の彼の泣き笑いの表情は非常に印象的であった。これにより OFRAC はエンデュランス競技 12 位、燃費競技 18 位の結果を得た。



図3：エンデュランスでの OFRAC 車両。
前後ウィングを取り外して耐久走行に臨んだ。

なお、今年もエンデュランス競技でドラマがあった。優勝争いをしていた名古屋大学、京都大学は、それぞれ走行中に、リアウィングの破損ならびに冷却水漏れの車両トラブルにより両校ともリタイヤとなった。エンデュランス競技を制したのはオーストリアから参戦したグラーツ工科大であった。グラーツ工科大はスキッドパッド、アクセラレーションも1位を取っており噂どおりの欧州のレベルの高さを見せつけられるかたちとなった。日本チームにとっては大変いい刺激となった一方で、その差は大きいものではなくもう少しで手が届く範囲のものであることも確認できた大会であった。

2.2 今大会の成績

OFRAC チームの今大会の成績は以下のとおり。(全 86 チーム中)

【静的審査】

デザイン審査：	3 位
コスト審査：	3 位
プレゼンテーション審査：	45 位

【動的競技】

スキッドパッド：	6 位
アクセラレーション：	14 位
オートクロス：	悪天候により競技中止
エンデュランス：	12 位
燃費：	18 位

以上の結果より以下のトロフィーを獲得した。(図4)

【特別表彰】

デザイン賞：	3 位
コスト賞：	3 位
ICV 総合優秀賞：	5 位



図4：獲得したトロフィー。
ICV 総合優秀賞 5 位 (中央)、コスト賞 3 位 (左)、
デザイン賞 3 位 (右)。

大会中様々な困難があった中でチーム全員の方で乗り越え、2年越しの全種目完走を果たし、総合順位 5 位 (全 86 チーム中) を獲得することができた。OFRAC チームの歴代の総合成績を図5に示す。完走を果たせないと順位が落ちチームモチベーションが低下しその後低迷してしまう、いわゆる「負け癖」がついてしまうチームが多い中、翌年にすぐさま表彰台に振り返ることができた。リベンジを果たすべく学生達が1年間頑張ってきた成果であり、間違いなく胸を張れる。

OFRACの日本大会における順位と得点の推移

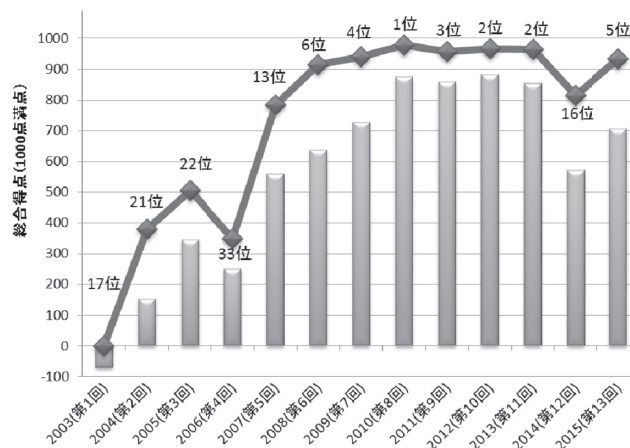


図5：OFRAC チームの日本大会での総合成績の推移。

ちなみに、総合優勝はオーストリアから参戦してきたグラーツ工科大学であった。総合成績上位チームは以下のとおりである。

- 総合優勝： グラーツ工科大学（807.47点）
 2位： 京都工芸繊維大学（752.67点）
 3位： 名古屋工業大学（726.67点）
 4位： 同志社大学（719.56点）
 5位： 大阪大学（706.01点）
 6位： 日本自動車大学校（692.16点）

グラーツ工科大学は、レベルが高いヨーロッパやアメリカの今年度の主要大会でも表彰台に立つ世界トップレベルのチームである。なんと2015年は1年間に、アメリカミシガン大会、イギリス大会、ドイツ大会、オーストリア大会に参加しており、日本大会は5大会目の参戦である。その資金力に驚くばかりであるが、フルカーボンモノコックの車体は機能美を感じさせるすばらしい仕上がりで、また車両も速かった。(図6)オーストリア国内の自動車産業界からの多大なスポンサーシップがあり、活動環境やリソースに大変恵まれており日本とは大きく事情が異なるため単純比較はできないものの、学生フォーミュラ界の世界トップレベルの車両とチームを見ることができ、大いに刺激を受けました学ぶ点が多くあった。一方で、その差は決して大きくなく手の届く範囲にあることも分かり、OFRAC チームを含め日本チームの歩みが間違っておらず世界に通用することを確認できた大会でもあった。

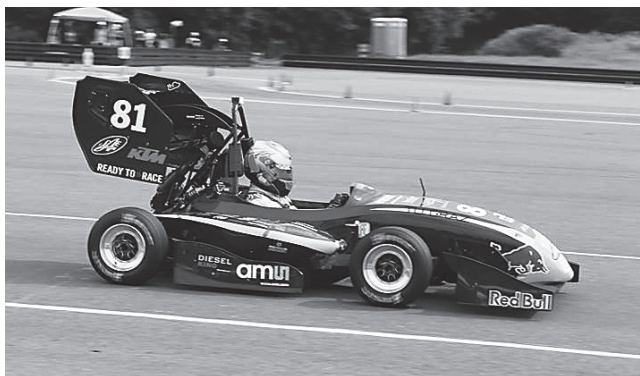


図6：総合優勝したグラーツ工科大の車両。
フルカーボンモノコックのボディは美しく速い。

3. ファカルティアドバイザーとして

今大会では、OFRAC チームは様々な困難に直面するも一つ一つ乗り越え、2年越しの完走を果たすことができた。学生達の頑張りは本当に素晴らしい大会で

あった。結果は目標としていた優勝には届かなかったが、学生達の直向な取り組みと頑張りに対し、OFRACのファカルティアドバイザーとして心から誇りに思う。

今年度リーダーの石田拓人君を中心に、彼を1年間支え、共に助け合いながら活動を行ってきた個々の学生達の成長は本当に目を見張るものがあった。ファカルティアドバイザーとして、学生フォーミュラ活動の理念・本質である「ものづくりを通じた人材育成・教育活動」を実践する手伝いができ嬉しく思う。学生チームの宿命であるが、毎年、主力となる学生が入れ替わる中で、主力となる学年の学生の知識・技術レベルを高く保つことを継続することは難しい。昨年度リタイヤを喫した状況でモチベーションを保ち表彰台に返り咲いた学生たちの頑張りに対して敬意を表したい。

例年、OFRACを卒業した歴代OB達が大会を見に来てくれるのもOFRACの伝統である。今回の大会にも多くのOB達が遠路遙々駆けつけてくれた。OFRACは2002年のチーム創設以来15年目を迎えるが、OBたちは自動車関連業界を始め様々な産業界で活躍している。卒業生達が社会で活躍することこそが学生フォーミュラ活動の人材育成・教育の成果であり、着実にその効果が現れてきており、活動に携わる教員としては嬉しい限りである。人材育成・教育活動としてのOFRACの活動は着実に成果が現れている。

次年度はどのような車両を開発し、また学生達がどのように成長してくれるのか楽しみにしつつ、微力ながら今後も学生フォーミュラ活動の発展に寄与していきたいと思う。

4. 最後に

本活動を継続して行えているのは、チーム学生の努力のみならず、関連の皆様の温かいご支援ご声援によるものです。この場をお借りして、スポンサーの皆様や大学関係各位の温かいご支援に対し厚く感謝申し上げます。OFRAC チームは大会後に新チームに代替わりをし、新プロジェクトリーダーの成元椋祐君（基礎工学部情報科学科4年生）を中心に2016年度プロジェクトを既に開始しています。2010年以来の首位奪還を達成すべく邁進して参ります。また大学卒業生の先輩方、関係者の皆様には、お気軽にOFRACチームの工房や大会を見に来ていただければ幸いです。学生フォーミュラ活動ならびにOFRACチームを今後ともよろしく願いいたします。

OFrac チームへのご支援のお願い

私たち OFrac チームは、全日本学生フォーミュラ大会（Formula SAE JAPAN）に参加するため、広くスポンサーシップをお願い致しております。私たちの活動ならびに学生フォーミュラ活動の趣旨にご賛同いただき、ご支援いただける企業スポンサー様、個人スポンサー様、ご支援のほど何卒よろしくお願い申し上げます。



図7：チーム集合写真。
表彰式会場にてトロフィーを前に。

お振込先① 銀行口座

銀行名： 三菱東京 UFJ 銀行
支店： 千里中央支店
種別： 普通
口座番号： 5548227
名義： OFrac 会計 人見嵩史（オフラック
カイケイヒトミタカシ）

お振込先② 郵便局口座

口座名称： OFrac
口座番号： 00940-3-299205

※ご入金の際には、ofrac@thd.mech.eng.osaka-u.ac.jp
までご連絡いただけますと幸いです。