

2018 シーズン TUT FORMURA

中間報告書



豊橋技術科学大学 自動車研究部

もくじ

| | |
|----------------|----|
| はじめに | 1 |
| 部員紹介 | 2 |
| 製作車輛概要 | 3 |
| 設計要旨 | 3 |
| ・シャシ | 3 |
| ・パワートレイン | 6 |
| 材料試験 | 7 |
| 製作状況 | 7 |
| ・金属部品製作 | 7 |
| ・新入生による樹脂塗り | 8 |
| ・ボディ製作 | 8 |
| EV化に向けて | 9 |
| ・電動バイク走行テスト | 9 |
| ・バイク解体 | 9 |
| ・アキュムレータ設計 | 9 |
| ・回路設計のノウハウの入手 | 9 |
| ・現在の進捗状況 | 10 |
| ・今後の課題 | 10 |
| コスト審査に向けて | 11 |
| 車輛デザイン | 11 |
| 参加イベント | 12 |
| 2018 シーズンスポンサー | 14 |

はじめに

平素よりスポンサーの皆様には格別のご支援・ご協力いただきまして誠にありがとうございます。今シーズンの活動目標である「全競技完走」「最軽量EV賞の獲得」を達成するために、テクニカルディレクタを中心に設計を行い、現在は例年より2ヶ月早い5月下旬のシェイクダウンを目指し、部員総出で車輛製作に取り組んでおります。また、3月に卒業部員を送り出し、今月に新入部員を迎え、新たな仲間とともに日々活動を行っております。

今後は、大会に向けて静的審査書類の準備も本格的に進めてまいります。皆様に完成した新車輛をいち早くお見せできるよう部員一同一丸となって努力してまいります。

今後のスケジュール

書類提出：緑

書類提出 (EV) 関連：橙

車輛走行：黒

5月

- ・IAD*1・SES*2試験結果提出
- ・ESF*3・FMEA*4・充電時標準手順書・充電時非常処理手順書提出
- ・シェイクダウン

6月

- ・デザインレポート・デザインスペックシート提出
- ・コストレポート提出

7月

- ・ビジネスロジックケース提出

8月

- ・3支部合同試走
- ・走行技術トレーニング (エコパ)

9月

- ・第16回全日本学生フォーミュラ大会

部員紹介

| 氏名 | 学年 | 専攻・課程 | 役職・所属・担当・設計担当 |
|--------|----|-----------|---------------------------|
| 小寺 高德 | M2 | 機械工学 | シャシ班 |
| 山下 誉裕 | M2 | 機械工学 | シャシ班 |
| 綾田 直人 | M2 | 機械工学 | シャシ班 |
| 長尾 康平 | M2 | 機械工学 | シャシ班 |
| 名出 友斗 | M2 | 機械工学 | シャシ班 |
| 望月 雄斗 | M1 | 機械工学 | 部長・シャシ班・ドライバー班長 |
| 笹山 高央 | M1 | 機械工学 | 渉外・パワートレイン班 |
| 千葉 正悟 | M1 | 機械工学 | マネージャ・パワートレイン班長・低電圧担当 |
| 森山 創一郎 | M1 | 機械工学 | 庶務・シャシ班長・ボディ担当 |
| 爲國 公貴 | M1 | 電気・電子情報工学 | パワートレイン班・コスト班・低電圧担当 |
| 増田 雅士 | M1 | 機械工学 | シャシ班 |
| 松丸 剛 | M1 | 機械工学 | 新入生 |
| 小林 龍平 | B4 | 機械工学 | コスト班 |
| 山畑 拓海 | B4 | 機械工学 | 副部長・シャシ班・エアロ担当 |
| 木村 憲人 | B4 | 機械工学 | テクニカルディレクタ・パワートレイン班・高電圧担当 |
| 深山 達也 | B4 | 機械工学 | 会計・広報・コスト担当 |
| 三木 祐功 | B4 | 機械工学 | 広報・シャシ副班長・サスペンション担当 |
| 弥籐 成熙 | B4 | 機械工学 | パワートレイン班・カーボン班長・低電圧担当 |
| 亀谷 長諒 | B4 | 機械工学 | シャシ班・工場班長・ブレーキ担当 |
| 上田 祐大 | B4 | 機械工学 | シャシ班・サスペンション担当 |
| 溝口 哲也 | B4 | 機械工学 | シャシ班 |
| 田中 伶青 | B3 | 機械工学 | 渉外・プレゼン班長・タイヤ・ホイール担当 |
| 服部 光治 | B3 | 機械工学 | シャシ班・ドライバー周り担当 |
| 小栗 慶也 | B3 | 機械工学 | パワートレイン班・高電圧担当 |
| 松橋 剛 | B3 | 機械工学 | 広報・シャシ班 |
| 早川 裕人 | B3 | 機械工学 | シャシ班・エアロ担当 |
| 石塚 誠也 | B3 | 機械工学 | 新入生 |
| 屋代 響 | B3 | 機械工学 | 新入生 |
| 木村 太一 | B3 | 機械工学 | 新入生 |
| 佐藤 弘樹 | B3 | 機械工学 | 新入生 |
| 福原 俊昭 | B3 | 機械工学 | 新入生 |
| 片浦 雄大 | B3 | 情報・知能工学 | 新入生 |
| 小倉 悠里 | B3 | 情報・知能工学 | 新入生 |
| 田中 翔馬 | B2 | 機械工学 | 会計補佐・パワートレイン班・ドライブトレイン担当 |
| 森田 寛己 | B1 | 未所属 | 新入生 |
| 竹内 千加良 | B1 | 未所属 | 新入生 |
| 松本 瑠海 | B1 | 未所属 | 新入生 |

(平成 30 年 4 月現在)

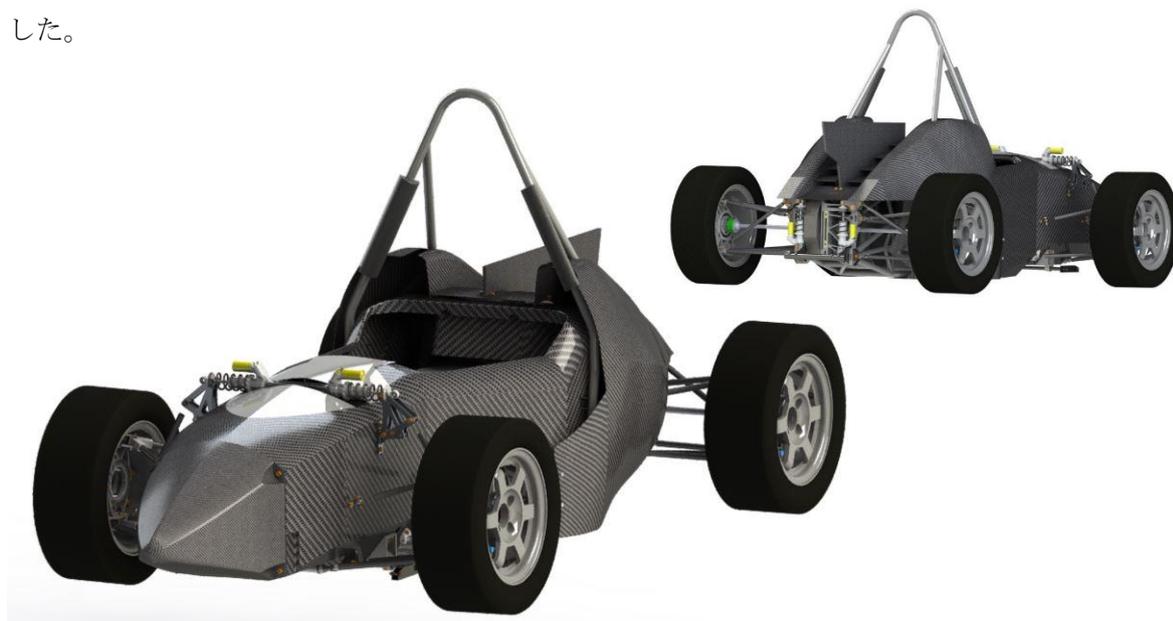
ファカルティアドバイザ

| 氏名 | 職名 | 所属 | 氏名 | 職名 | 所属 |
|-------|-----|-----------|-------|--------|-------|
| 柳田 秀記 | 教授 | 機械工学 | 阪口 龍彦 | 准教授 | 機械工学 |
| 安井 利明 | 准教授 | 機械工学 | 渡邊 一平 | 特命技術職員 | 技術支援室 |
| 穂積 直裕 | 教授 | 電気・電子情報工学 | | | |

製作車両概要

今シーズンの活動目標である「最軽量 EV 賞の獲得」を達成するために目標車両重量を 205kg とし、各部品の軽量化に努めました。特に車両を構成する部品の中でも重量が重いモータを電動バイクに使用されている小型なものとする事で軽量化を図りました。また、もう一つの目標である「全競技完走」のために、使用するバッテリーはエンデュランス完走に必要な容量を確保しつつ、軽量なものを吟味して選定しました。さらに EV 車検を確実に通過し、長時間の走行でもトラブルが発生しないため安全かつ確実な回路設計に取り組んでいます。

車両名は歴代の名前を引き継ぎつつ EV 化に伴い「TG13e(ティージーイチサンイー)」としました。



| | |
|----------|----------------|
| 全長 | 2846mm |
| 車重 | 205 kg |
| ホイールベース | 1700 mm |
| トレッド 前/後 | 1200 mm/1200mm |
| モータ | 最高出力 35kW |
| バッテリー容量 | 6.5 kWh |
| サスペンション | ダブルウィッシュボーン |
| | プッシュロッド |

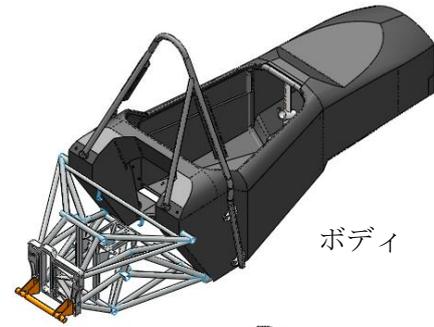
設計要旨

- ・ シャシ

ボディ

TG13e は安全性・整備性・製作性そしてコストとのバランスを取るため、CFRP 製のメインモノコックとパイプフレームの2分割構造としました。特にパイプフレーム部は厳しいレギュレーション要件を満たしつつ高い剛性を確保するため、昨年の解析方法を一新し、サスペンションやモータから生じる力の伝わり方を考慮に入れ、車両が 1.5G 回転時でも 2mm 以下の変形で抑えました。またリアバルクヘッドを剛性の高いアルミニウム合金とすることで製作性の向上と高剛性化を図りました。

さらに、今までに築いたノウハウと新たにさまざまな材料試験を行うことで日本チーム初の CFRP 製のモノコックボディとアキュムレータコンテナ^{※5}を実現します。CFRP 製のアキュムレータコンテナは鋼製に比べて 3kg 軽量化する予定です。



ボディ

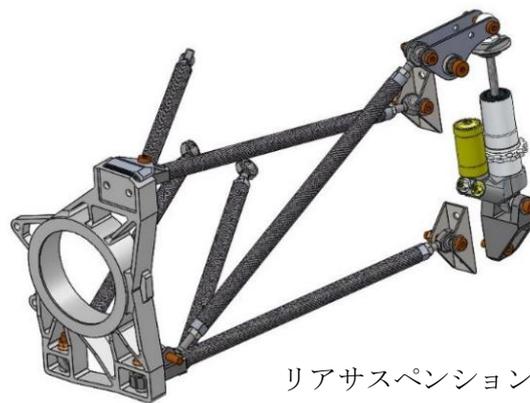


アキュムレータコンテナ

サスペンション

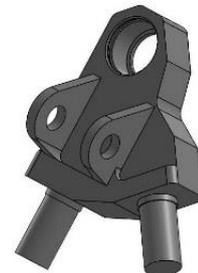
足回り部品のフロントは流用し、リアを一新しました。軽量化するためにスフェリカルケースの構造を変更しました。昨シーズンはスフェリカルケースに穴をあけてサスパイプをさしこんでいましたが、今シーズンはスフェリカルケースに円柱の突起を設け、サスパイプに突起をさすように変更しました。また、ブラケットの一体化も行いました。それらによって部品体積を減らすことができ、ボルトナットを減らし、軽量化につながりました。

ジオメトリの面では、モータであることと、エアロ非搭載であることを考慮した設計としました。また、モノコックを流用するため、フロントのジオメトリは変更せずに、リアのジオメトリの変更によって重量配分、重心などの適正化を図りました。



リアサスペンション

スフェリカルケース



コックピット

TG12のGFRP製シートは剛性不足による変形が生じてしまい、ドライバビリティが低下してしまいました。また、スムーズにシート脱着ができないことから車両点検の際などに無駄な時間が発生してしまいました。そこでTG13eのシートはCFRPで製作することで剛性を高めます。さらにシートをモノコックに直接取り付けることでステーを廃止し、軽量化と高剛性化を果たしました。

昨年までの市販ステアリングホイールからTG13eではCFRP製ステアリングホイールをクレイモデルでモックアップから製作し、搭載します。これによりドライバーの求める高い操縦性を実現することができます。また、CFRPで製作することで軽量化しました。

ステアリングホイール

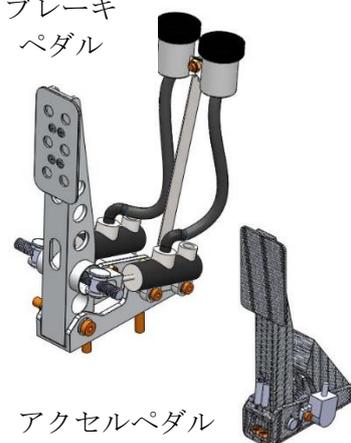


シート

ブレーキ・ペダル

アクセルペダルはEV化によるアクセルポジションセンサ搭載のため新規設計を行いました。一昨年前にストッパーの役割をするボルトがアクセルペダルに引っかかり、アクセルが戻らなくなるトラブルが発生しました。そこでTG13eのペダルストッパーをボルトからカーボン製の壁を設けるように設計し、安全性を向上させます。またドライバビリティの向上のためTG12のブレーキペダルに発生していたガタつきをベ어링などを活用して改善しました。さらにマウント形状を見直し軽量化も果たしました。

ブレーキ
ペダル



アクセルペダル

エアロダイナミクス

「最軽量EV賞の獲得」の目標を達成するために、フロントウイング、リアウイング、サイドウイングを廃止しました。またラジエーター非搭載のためサイドポンツーンも廃止でき、約10kgの重量を削減しました。これによりエアロデバイスによって発生するダウンフォースが減少するものの、走行抵抗が低減できるためバッテリーの小型化にも繋がります。

また、EV化に伴いバッテリー・インバータの発熱が問題となります。この問題を解決するためにTG13eの車両には新たにリアカウルを搭載し、走行風により効率良く冷却させます。



リアカウル

・パワートレイン

高電圧

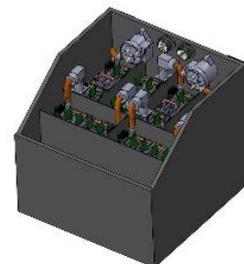
駆動システムには、乗用車用モータに比べて小型な電動バイク用モータを採用することで軽量 EV を実現します。また、小型なモータを採用することにより空冷方式でモータやコントローラ等の駆動システムの冷却ができるため、水冷方式に比べて重量を抑えることができます。さらに、パウチ型の LiPo^{※6} バッテリーを採用することで優れた体積エネルギー密度を実現しました。



コントローラ



モータ



アキュムレータ

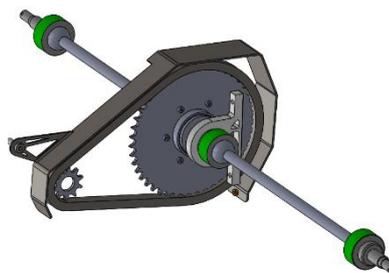
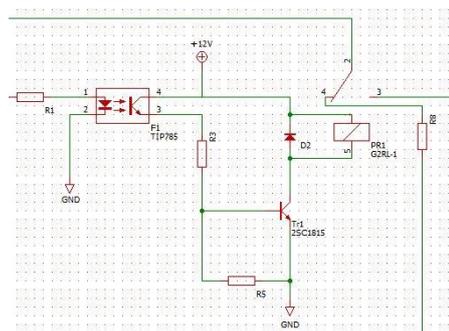
低電圧

低電圧設計のメインであるシャットダウン回路は車両の異常を扱っており、安全に停止させる回路であるため、安全性・信頼性が求められます。そこで回路にアクティブ Lo^{※7}を採用することで各コンポーネントの断線やセンサの故障に対応できるようにしました。またトラブルシューティングを容易に行うことができるように、機能別に警告灯を表示できるようにしました。さらに機能別に配線を分割できるようにすることでトラブルを迅速に解決できるようにしました。

そして、昨年より車両センシングを向上させました。これにより走行中のドライバーとバッテリー容量などリアルタイムな車両情報を共有することを可能とします。

ドライブトレイン

ドライブシャフトと LSD を乗用車用からバギー用に変更するなどで軽量化を図り、全体として 3.5kg の軽量化を実現しました。また、モータからタイヤへの減速比は、限られたリアフレーム内に収まる中で最大の減速比を得られる減速比 4.5 を採用しました。さらに、昨シーズン問題となった LSD からのオイル漏れに対しては、LSD 内部の潤滑に粘度の高いグリスを使用することで確実にオイルの漏れを防ぎます。



材料試験

TG13eにはバッテリー等保護のためアキュムレータコンテナが必要になります。日本大会に参戦するチームの大半は鋼またはアルミニウム製のコンテナですが、軽量化のためにCFRPで製作することにしました。しかしCFRP製コンテナを搭載するにあたり、鋼やアルミニウムとCFRPの等価性を証明してレギュレーション要件を満たす必要があります。そこで、証明するためのデータを得るために圧縮試験機で材料試験を行いました。条件を満たすデータを得るために10種類のCFRP積層構成に対して試験しました。



製作状況

・金属部品製作

3月中旬より工場での金属部品の加工を開始しました。昨シーズンから試みたExcelマクロを活用した作業量の把握を今シーズンも継続することで、スケジュール通りの全部品完成を目指します。また、現在は製作部品の約半分が完成しています。

5月下旬のシェイクダウンに向けて、残りの1ヶ月間は夜間も工場を利用し部員一丸となって完成を目指します。



・新入生による樹脂塗り

新入生とともに TG13e のリアカウル製作を開始しました。4月 21 日にはリアカウルの型を作るための発泡スチロールに樹脂塗りを行いました。リアカウル完成に向けてこれからやすり作業やパテ埋め、プリプレグ積層があります。地道な作業ではありますが、製品の綺麗さに影響するとても大切な工程であるため、手を抜かずに新入生と一緒に作業を進めていきます。



・ボディ製作

4月上旬にボディのパイプフレーム部の製作に取りかかりました。パイプ同士の結合部分が複雑な形状をしているため、各パイプを展開図におこした紙を用意し、パイプに貼り付けてグラインダーで加工しました。今後、溶接で組み立てていきます。溶接経験のある新入生とも協力して完成を目指します。



EV化に向けて

・電動バイク走行テスト

2月17日に電動バイクのテスト走行を行い、TG13eの車両設計に必要となるモータ、コントローラの温度計測等を行いました。また、エンジン車両にはないモータ特有のトルク強さを体感することができました。

・バイク解体

3月中旬、モータベンチ試験をするために電動バイクからTG13eに搭載するモータやコントローラを取り外しました。部品を取り外す際には実習工場のクレーンやインパクトドライバー、トルクスレンチを借りて作業しました。



・アキュムレータ設計

電動バイクに標準装備されているバッテリーでは、セグメント区分けのレギュレーションを満たしていないため、セル単体からパックを組む方式のバッテリーとしました。セルはエネルギー密度・入手性を考慮して選定しました。その他に必要なリレーやヒューズ、BMS^{*8}等を選定し、アキュムレータコンテナを設計しました。

・回路設計のノウハウの入手

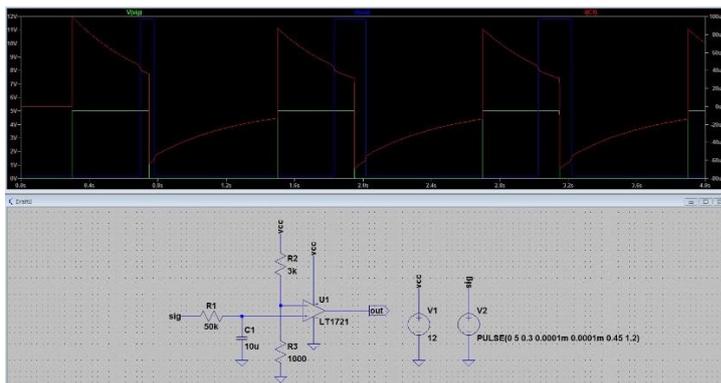
回路設計を行うにあたり、知識不足を補うために参考書を読み回路の基礎を学ぶことから始めました。そして個人スポンサー様やOBの方々から応用的な知識について教えていただき、TG13eに対応できる回路を設計しました。



・現在の進捗状況

低電圧系は回路設計およびシミュレーションでの動作確認まで終了しました。今後は実物で動作確認を進め、シミュレーションでは発生しなかった不具合を解決していきます。その後、最終的に車輻に搭載する配線や基盤の製作をします。

高電圧系はバッテリーパック内の設計を終了しました。バッテリーパック設計では使用するセルに合った BMS を選定し、システムに同期させる事が困難でした。今後は BMS やリレー等の部品組立および電動バイクから降ろしたモータ・コントローラをベンチ試験で調整した後、車輻に搭載します。



・今後の課題

今後の課題は以下のことが考えられます。

- ・夏季の高い気温の中での駆動システムの温度管理
- ・回路設計で実際の動作確認時にノイズによる影響の対処法
- ・BMS を組むなかで、FMEA や SD システムと組み合わせるときの互換性の取り方。
- ・BMS とバッテリーセルを組むときの配線の取り回し

これらの課題は実物を組立て、試走・セッティングを重ねることで解決策を導き、対策していきます。

コスト審査に向けて

弊部は一昨年・昨年と「Accuracy」部門で得点できていません。これがコスト審査の順位を大きく下げた要因であり、総合順位を低下させました。この部門で得点するためにはルール of 正確な把握と作業の効率化、チェック体制などマネジメント面が重要となります。しかし弊部では、設計・コストの情報が共有されない、データに不備がある、チェックミス等のマネジメント部分での課題が多いことから Accuracy ポイントが獲得できていません。

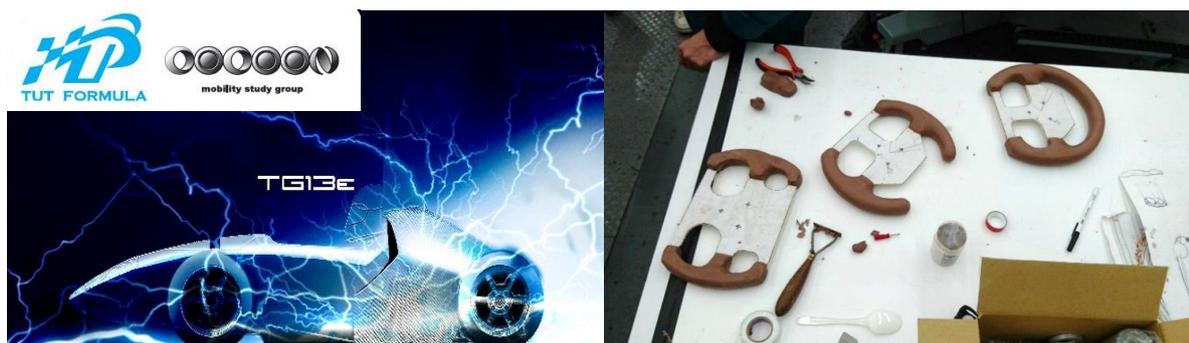
今年は EV 初参戦のため車輛製作に要する時間が多く、コストレポート作成に費やす時間を確保しにくくなっています。そこで、今シーズンはコスト審査対策としてマニュアルを作成しました。このマニュアルに書類提出に欠かせない情報を多く載せることで、設計担当者の知識統一を図ります。また、スケジュール管理やチェックリストを設けることで引継ぎ資料としての役割も果たします。マニュアルを作成する過程では、過去のコスト審査関連のマニュアルや引継ぎ事項をすべて確認し直し、1つのデータにまとめることで過去資料の整理も行いました。

マニュアルによっていつ何をすべきかが明確になりつつあり、現在は設計担当者ごとに提出期限を分けることで担当者によっては4月中に完成する予定となっております。

車輛デザイン

今シーズンも昨シーズンに引き続き、静岡文化芸術大学 モビリティ研究会 COCOON と協力して車輛をデザインしました。今シーズンはステアリングのモックアップも製作していただきました。

デザインは部員でコンペティションを行い、決定したデザインと車輛の性能を両立できるようにデザイナーと設計者がミーティングを重ねました。ステアリングは実際にドライバーが握り、感覚を確かめました。



参加イベント

・EVカート体験

4月14日に株式会社デンソー高棚製作所様がEVカートに乗る機会を設けてくださいました。特性の異なるエンジン車とEVでは運転の仕方が変わってくるため、大変勉強になりました。また、トルクベクタリングも体験することができたため、将来の車輛製作に活かしていきます。



・追い出しコンパ

3月18日に部員とFA、個人スポンサー、OPの方々と交えて追いコンを開催しました。昨年度は10名の卒業生を送り出しました。活動の思い出を記録したフォトブックを記念品としてプレゼントしました。思い出話で盛り上がり、非常に楽しい時間を過ごしました。



その他イベント

- ・日産サポート講座
- ・株式会社メイド様 工場見学
- ・HONDA 様 支援校報告会
- ・フヂイエンジニアリング様 会社見学
- ・静岡文化芸術大学 碧風会
- ・名古屋大学 静的交流会
- ・EV クラス回路製作実習
- ・ISK 様主催 8時間耐久レース



EV クラス回路製作実習



8時間耐久レース



HONDA 様 支援校報告会



静岡文化芸術大学 碧風会

用語集

- ※1 IAD : Impact Attenuator Data
- ※2 SES : Structural Equivalency Spreadsheet
- ※3 ESF : Electrical Safety Form
- ※4 FMEA : Failure Mode and Effects Analysis
- ※5 アキュムレータコンテナ : バッテリーを入れている容器
- ※6 LiPo : リチウムイオンポリマー二次電池
- ※7 アクティブ Lo : 何らかのアクションが起きたときに Lo 出力をすること
- ※8 BMS : Battery Management System

2018 シーズンスポンサー

MUSASHI 三菱ケミカル
OHBA SEIKEN 三井金属アクト
メイドー **MIYAGAWA** **オツカ**
JIC 株式会社 玉津浦木型製作所 **DDMS** **CLUTCH F.C.C. TECHNOLOGY** **Axson**
HONDA The Power of Dreams **Henkel** **TOPI** 「匠の技と、ハイテクで3Dモノづくり」 **TKG** TAKAGI KIGATA INC. **BENDER** **Altair**
サンライズ **Minebea** Passion to Exceed Precision **SOLIDWORKS** **MISUMI** **WINKS** **ANSYS**
RENC **ワガワセス** For New Technology Network **NTN** **WAKOS** **AUTO STUDIO SKILL** **ULS** Works Bell
DENSO **IME** Corporation 住友電装 Sumitomo Wiring Systems **EK CHAINS** **SHORAI** FUTURE POWER 株式会社 富士精密 Fuji Seimitsu Co., Ltd.
Sensata Technologies **HPC SYSTEMS** **M** 株式会社 AKENSIO MANUFACTURING 曙製作所 **Kinokuni** PERFORMANCE PRODUCTS **GARAGE NACKS** **DAYTONA**
First of Molding **CGG** shaping your dreams **佐藤製作所** 三菱マテリアル **NKN** 自動車部品、産業機械部品、専売ジャンクの総合メーカー エヌケーエヌ株式会社
NHKニッパツ **Neat** NEW MATERIAL EXPERT **CFC DESIGN** **TEC** TOYODENSO 海浜から宇宙まで **日油技研** **TAKATA**
三協エーコー **igus** plastics for longer life **MOTOR PARK Quick** HAMANA **Evolution YSP** 豊橋南 YAMAHA SPORTS PLAZA **KOTA CIRCUIT** 幸田 **KIRIYAMA** 高山 **キョウセイ交通大学** KYOSEI DRIVER LAND
昭和飛行機工業株式会社 SHOWA AIRCRAFT INDUSTRY CO., LTD. **HOEI Industrial Co., Ltd** 株式会社 **サイマコーポレーション** **ポップリバットファスナー株式会社**
elithion **Mirai** MIRAI co., Ltd. **Forming**

研究基盤センター 情報メディア 根本 明 中村 克己 中西 利明 畑内 慎也
 工作機器部門 基盤センター 堀田 浩之 秋山 晃一 柳原 健也
 自動車研究部OP会
 (敬称略・順不同)

〒441-8580

愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1

豊橋技術科学大学 自動車研究部 TUT FORMULA

TEL (部長) : 080-1621-3956

E-mail (代表) : info@tut-f.com

Web : <http://tut-f.com/>

(C) 2018 TUT FORMULA

平成 30 年 4 月 25 日 発行