

# 見え始めた EV台頭の時代に向けて



千葉 元晴 ちばもと はる

一関高専OB。現在は三菱自動車工業株式会社のパワートレイン先行開発部に所属。担当はハード。



牧野 駿 まきの しゅん

静岡理科大学OB。現在はヤマハモーターエレクトロニクス株式会社でハイブリッド二輪車向けモーターの生産技術を担当。



阿部 寛生 あべひろお

東北大学OB。現在は三菱自動車工業株式会社のパワートレイン先行開発部に所属。担当はソフト。



三久保 瑛 みくばあきら

名古屋大学OB。現在は機械加工品の専門商社である井上特殊鋼株式会社で営業に携わる。



後藤 健太郎 ごとうけんたろう

東京大学OB。現在は株式会社本郷開発局で開発受託案件のメカ分野を担当しながら博士研究も継続中。

特集  
学生フォーミュラの  
今を考える  
EV  
OB座談会

第17回大会では実に27台ものEVエントリーを集めました  
総合順位でも名古屋大学EVが2年連続で3位に入り、  
今後さらにICV車両とEV車両の接戦が期待されています  
EVチームを立ち上げ、車両を開発してきた先輩OBに集まっていただき、  
期待の声とEVの魅力を語っていただきました



その次の年はまたドライブトレインに戻り、2016年にはもう一回テクニカルディレクターを引き受けています。このときは足まわりとフレーム、カウルを作りました。2017年はあまり参加していませんが、僕が前年に設計していたラック&ピニオンが搭載されています。2018年はカウルと内装の担当でした。

**三久保:**めちゃくちゃ手広くやってますね。

**阿部:**今の仕事はソフトですが、当時はソフトウェアには全然触れてないです。

**後藤:**チームの立ち上げタイミングでちょうど入学だったんですか？

**阿部:**そうですね。立ち上げの時のリーダーに入学時の新歓で捕まって。「こういうことやってるんだけど、やらんか？」と言われ、おもしろそうだなあと入ってしまいました。

**千葉:**僕は高専出身なのでちょっと特殊です。高校入学と同じ年に入学して2014年までは普通の学生として生活していましたが、岩手県としてもこれからEVというものに力を入れたい、三校の連合でこういう大会出てみないか、という誘いがあって2014年にチームを結成しました。そのときにチームリーダーをやりました。その後2015年の大会に出て翌年卒業しちゃったので皆さんみたいに何年もの経験はありませんが、チームリーダーとしてゼロからのスタートで結構苦労はしました。研究とも合わせてメインで担当したのはトルクベクタリングディファレンシャル(TVD)、つまりモーターとデフ系の設計でした。

**後藤:**皆さん、お忙しい中お集まりいただきありがとうございます。まずはそれぞれのバックグラウンドについてお聞きかせください。学生フォーミュラではどんなことをしておられましたか？

**三久保:**2014年に入学して2017年の大会まで出ました。最初の2年間は主にICVのステアリングの開発、2016年はICVのステアリングを手掛けつつ、静岡理工科大学と合同のEVチームで名古屋大学側のEVプロジェクトのリーダーをやっていました。2017年は、引き続き名古屋大のEVチームのプロジェクトリーダーをやしつつ、プレゼンテーションを担当して最優秀賞を頂いたりとか、あとは学内の活動場所を広げてくれといった折衝など政治的なこともやっておりました。

**後藤:**2016年は静岡理工科大学との合同のEVチームでしたが、2017年にはそれぞれ別のEVチームとしての出場でしたよね？

**三久保:**そうです。名古屋大学としてのEVプロジェクトのリーダー自体は3年くらいの間やってました。

**牧野:**三久保さんと同じく2014年に入学して、1年目からEVのパワートレインとICVの電装の面倒を見ました。とはいえやはり人手が足りないのでマシンの製作は皆でガツガツやって、という感じでした。2016年に名古屋大学と一緒にやったときもEVパワートレインで回路を組んだり配線もやりました。2017年はチームリーダーとEVのパワートレインのパートリーダーを兼任し、メカ的なこ

とを全部とまでは言いませんがかなり手掛け、さらに政治的なことにも少し関わっていました。

**後藤:**チームリーダーというのはEVチームの？

**牧野:**いえ、うちはEVとICVが一緒のチームなので両方のチームリーダーです。ICVの方にも統括してくれるメンバーがいたので任せられました。

**阿部:**僕は2012年に入学したタイミングで東北大学チームが立ち上がり、2013年の初参戦までは主にドライブトレインを担当していました。2014年はテクニカルディレクターでしたが、技術的なことよりも、モーターをどう入手するかなど、調達の仕事の方を多くやった気がします。あとチーム全体の体制を整えたりとか、そういう組織的な面もやりました。



牧野：一関さんといえばTVDですよね。  
千葉：とはいえ1年目は機械車検は通りましたが電気車検を通過できずに終わっています。ちょっと残念でしたが、翌年それを使ってEVクラスで優勝できたので嬉しかったですね。

三久保：速かったですよねえ、あの車。

牧野：めっちゃ効率もいいですし。

## そもそも、EVとICVの違いとは？

後藤：さて、今日の座談会では「学生フォーミュラ参戦におけるEVとICVの違い」や「EVチームを立ち上げるに当たって難しかったこと」などについてお話しして欲しいと思っています。というのも、名古屋大学さんの好成績のおかげで、これからは総合優勝を狙うならEVだ、という雰囲気も出てきつつあって、今後ICVからEVに転向するチームが増えたり、新たに参戦するチームの中でEVチームの割合が増えたり、となってくる予感があります。その参考となるような、後押しとなるような座談会になると良いなと思っています。

千葉：EVとICVの違いだったら両方やった三久保さんと牧野さんが詳しいですよ。

三久保：僕はチームの立ち上げは経験していませんが、阿部さんと千葉さんは経験されてますね。

後藤：いい具合に役割分担できる人選になっていますね（笑）。

まずICVとEVでいちばんの違いは、リストラクターでの出力制限ではないということでしょうか？

三久保：そうですね。出力の制限はバッテリーから流れ出る電力量ですね。

牧野：連続100msと500msの移動平均で80kW以下ですね。

後藤：その制限というのは電線にリストラクターのようなものを付けるわけにはいかないので測るんですよね？

三久保：はい。車両にロガーを付けておいて、審査が終わった後にEVのスタッフの方がそのデータを吸い出します。そのデータの電流と電圧から瞬間電力量を計算します。ICVだったら走った後に騒音と燃料入れて何リッター使ったのかをチェックをしますが、それがこれに置き換わるという形ですね。去年の Tongji

EVのアクセラレーションの件（編集部注：幻の3秒712秒という計時がありました）はそれでオーバーしちゃった、ってことです。

牧野：うちは計測データのノイズで苦労しました。他大学さんと数パーセントしかノイズが乗っていないのに数10パーセント乗っちゃって。効率の点数0でいいからってことに走らせてもらったりしました。

三久保：ICVとの大きな違いは車検だと思います。機械車検に加えて電気車検がありまして。

後藤：電気車検にすごく時間がかかるので大変、という話を聞いたことがあります。

牧野：セーフティー回路の確認などで下手すると1日から2日掛かってしまいます。

後藤：事前の書類提出もあるんですよね？

三久保：あります。結構な量です。

阿部：自分自身は書いていませんが、相当苦労して作成していました。

三久保：ESF (Electrical System Form) とかFMEA (Failure Modes and Effects Analysis) とか…。そういえばESA/ESO (Electrical System Advisor/Officer) って役割の人も必要です。

後藤：FAとCPだけじゃなくて？

牧野：そうです。ESAは教員でESOは学生ですね。EVのシステムに触れる人って役割で、ESOは必ずダイナミック審査に同行していないといけません。

後藤：なるほど。車検についてですが、事前の書類提出があっても時間が掛かるんですか？

千葉：実際にシャットダウンできるかどうか、漏電しないかを確認しますから。

後藤：見るだけでなく実際に動かすんですか？ ICVで言ったらエンジン掛けて確認するみたいな感じですね。それは大変だなあ。でも車検がスタートするタイミングは？

三久保：1時間早いです。

後藤：1時間だけ！?

阿部：チーム数が少ないから成り立っているというのはあると思います。増えると厳しくなってくるだろうなあ。

牧野：電気車検は0、1、2の3段階があって、0は基本的なもので、それが終われば機械車検にも行けるようになります。機械車検の空くタイミングを見計らって0が終わったら電気車検を一度止めてそっちにすぐ行ったり。

阿部：そこも作戦ですよ。

後藤：車検にも戦略があるんですね。あと、車両にライトが付いているのも特徴的ですよ。

牧野：TSAL (Tractive System Active Light) ですね。

後藤：あれって何が分かるんですか？

三久保：高電圧系が入っているか落ちてくるかです。高電圧が入っているときは赤の点滅で点滅周期も決まっています。

後藤：ライトが消えると即、赤旗なんですか？

三久保：いいえ、消えている状態はICVで言うとエンストしてる状態と一緒なんです。なので60秒以内にもう一回立ち上げて動き出せれば問題ないです。エン





よって違うとは思いますが。

**牧野**：うちは40kgぐらい積みましたね。20kgずつに分けて。ケーシング合わせたらもう少し行ってたかな？でも、これは軽い方です。

**阿部**：軽くて大体40kg台で、僕がいちばん最初に作ったのは70～80kgぐらいありました。

**後藤**：豊橋技術科学大学とかTongjiは車両重量200kg前後しかないの、そういうところは車両が軽い分消費電力も少なくってバッテリーも小さいんでしょうね。

**阿部**：色々な部品がチリツモで重くなってきます。特にセルの固定部品とか、何セル積んでるので倍で掛かってくるので、その辺りの作り込みの差で重量がガラッと変わると思います。

**三久保**：バッテリーは一定重量ごとにセクションを分けて、それらの固定も決められた方法でやらなければいけません。

**牧野**：何kgあったらM6のボルト何本以上とか、強度計算してSESも書かなきゃいけない。

**三久保**：車検受けながら解析回したりしましたね。

**阿部**：それ、やりますよね。現場で不備を突っ込まれて。2日目終わりそうなのにまたかって（笑）。

**後藤**：コンテナの中身の電池の固定方法にまでレギュレーションがある？

**阿部**：あります。前後上下左右方向にそれぞれ何Gか決まっています。衝突してもセル自体とコンテナと両方がどこか飛んでいかないようにというレギュレーションで

ジン再スタートと同じ。

**牧野**：ただ、走行中なのに光ってないとそれはそれでアウトですけどね。オレンジボール振られちゃうと思います。

**後藤**：音鳴らすのもありますよね？

**三久保**：いいえ、今は除外されています。

**後藤**：あれ？今大会でも鳴ってたところがあったような。

**三久保**：それは海外チームでしょうね。日本のローカルルールでReady to Drive Soundは適用除外です。あれはICVで例えるならギヤが入った状態です。

**阿部**：少しでも手間を減らすために除外になってるんですかね。

**三久保**：あとは充電ですが、充電って今はバッテリーを取り外して行なうんですよ？

**千葉**：以前は車両ごと充電でも良かったのですが。その緩和がなくなり、世界標準の取り外して充電になりました。

**後藤**：確かにそういえば充電エリアに箱だけしか置いてなかったですね。あれって何個も用意して、例えば次にアクセルを走らせる前に満充電のバッテリーに交換したりできますよね？

**牧野**：複数用意してもいいんですが、それも車検対象になっちゃうので交換すると再車検です。

**千葉**：高電圧系を一度ばらしちゃうことになりますからね。

**阿部**：単純にお金も掛かります。

**三久保**：充電のために箱ごと外せなければいけないというのは、設計する側からすると結構困ります。取り外せるところ

にバッテリーを入れるのは、オンボードにモーターを置くチームは特に苦労すると思います。逆に今年の名古屋大学みたいにモーターを外に追い出すとバッテリーを取り外せる場所に置く設計をしやすいのでは？

**後藤**：そんなところにもインホイール4モーターのメリットがあるんですね。

**阿部**：以前のTongji EVは後ろからごそっと引き出せるようになってましたね。

どちらにしるアキュムレタコンテナ（編集部注：バッテリーボックスの名称）は車体に付け外ししやすいように設計しないとイケません。その経路を変に設計しちゃうとメンバーが腰を痛めたり手を挟んだりしてしまう。

**後藤**：あれ重たいですもんね。大体何kgぐらい積むものなんですか？チームに





回転というか、片側が吹き上がって止まらなくなっちゃって、その時まで未経験のトラブルでした。実況ではどこか折れたのかって言われていましたが、実はメカニカルトラブルではなかった。

### EVチーム立ち上げはハードルが高い？

**三久保：**参戦の最初からEVやるハードルってかなり高いと思うんですよ。僕らの場合は元々ICVをやっていたので、車体に関してはノウハウもあったし、車重が変わっていくのに合わせて設計できました。逆にリソースを割くのは電気部分の開発だけというようにできたので、まあまあいい具合にできたと思いますけど、最初からEVやろうとすると多分電気の部分ばかりに目が行きがちになっちゃうと思うんですね。とはいえ車検を通すとか、ちゃんとまっすぐ走ってちゃんと曲がってという電気以外の車の部分へのリソースをマネジメントできるかどうかというの、初めからのチームはもちろんICVからの切り替えの時にトップの人が頭を使うところになりますよね。

**後藤：**完全にゼロの状態からスタートするとEVの方がやる事が多くて大変そうですね。だったらまずはICVで参戦して機械の部分を仕上げからEVに移行する方が、と思いますか？

**千葉：**学校ごとに特徴があると思うので、電気が強い人であればEVから始めてもいいと思います。エンジンであろうと電気であろうと車を動かすという目標に対してパワーユニットが異なるだけなので、スタートはICVの方が有利とは思わずに来て頂きたいですね。結局は機械と電気のバランスが大事になってくるというだけの話なので、そこは気負わないでどんどん来て欲しいです。

**後藤：**なるほど、そうですね。

**阿部：**僕はICV側のことは詳しくありませんが、EVって高額な部品が多くないですか？ 電気自動車を作る能力があっても、買い物で失敗できない。どの部品を使うのかってところが非常に気を遣う必要があるという点がEVの特徴ではないかと思っています。

**後藤：**エンジンは結構スポンサーからの提供だったり協賛価格だったり、それが

す。

**後藤：**見た目では危険が分かりにくいので厳しくなるのは仕方ないでしょうね。ガソリンは漏れていれば目で見て分かりますし、引火さえしなければそう危ない物ではない。バッテリーは電流流そうとしてるところに触ったらアウトですから。あとは車の作り方としてはモーターが1個とは限らないっていうのがいちばん面白いところですかね。

**三久保：**逆にICVはリストラクターの関係でエンジンを複数載せるのは難しいですよ。

**後藤：**同じ吸気系なのであんまり意味はなさそうですね。まあEVもバッテリーがエンジンに相当すると思えば1系統か。

**三久保：**あ、駆動系の違いに関して、冷却。

**牧野：**冷めないですよええ。

**三久保：**冷めないです。冷やさないといけない基準がICVと比べ物にならないくらい低いんですよ。ICVは水温100~110℃くらいですが、EVの場合はシステムをどれだけちゃんと冷やしてあげるかが性能に関わるので、インバーターを50~60℃まで冷やす必要がありました。

**牧野：**うちはモーターもインバーターも100℃くらいまで許容されていました。

**三久保：**それはすごくいいですね。

**後藤：**50~60℃だと気温との差が大きいんですけどね。冬に大会やってくれて感じですね(笑)。

**三久保：**今大会でも名古屋大学はエンデュランス後半は熱で出力制限掛かっちゃってスローダウンしてしまいました。

**後藤：**EVにありがちなトラブルですね。

**三久保：**今年はICVも熱が辛そうでしたけれどね。

**後藤：**冷却ってEVも水を回してやるんですか？

**三久保：**今年の名古屋大学もそうですが大体は水ですね。

**後藤：**空冷ではやっぱり難しい？

**千葉：**岩手連合は最初は空冷でやりました。今は水冷になっています。

**阿部：**東北大学も当初は空冷でしたね。大体ちゃんと走れるようになるのが冬で、冬は調子いいんですけど夏になるとあれ？って。

**三久保：**リーフのモーターは水を回すように言われていたので、最初はラジエターは付けずに水を回すだけだったと思いますが、今年はラジエターを付けています。

**牧野：**静岡理工科もそうでしたけど、諦めてすぐ水冷にしました。そういえば僕が大会に出ていた時に、エンデュランスでうちの隣にいた東北大学さんが日陰を作ってモーターをずっと扇いでいたんですよ。それを見てあれだったらうちは勝てるって言っていたのですが、5周くらい走ったらうちのタイヤがバーン！って(笑)。え、あんなに熱我慢してそんなチームにあれで負けちゃったんだ…みたいな。

**阿部：**うちはうちでその後ギヤが焼きついちゃってズリズリズリってなっちゃいました。

**三久保：**逆回転したんですって？

**阿部：**逆回転したのは2017年ですね。逆

なくてもバイクのエンジンなので例えば中古のバイクを買ってくればそれほどお金が掛からない。それに比べて、やはりEVのバッテリーとかって高いお金を出して買うしかないことが多いんでしょう？

千葉：そこですね。僕たちが現役の初期の頃は、大会側からこういう部品がありますよ、といった情報もそもそもなかったです。

牧野：うちは当初から部品提供して頂いていましたが、先を見据えている調べても、モーターとインバーターは出して貰える企業があっても、バッテリーは難しかったですね。

阿部：バッテリーは良さそうなものがあったとしてもスペックを詳しく見ると電圧が低いとか容量が大きすぎるとか。惜しい！ってなりました。

千葉：インバーター、モーター、バッテリーの組み合わせってどうしても限られてしまうので選択肢があまりなくて、設計コンセプトに合致する物を無理してでも手に入れようとするとお金が掛かるんですよ。

後藤：その点ICVはエンジンにはミッションが付いているし…。

阿部：ガソリンが複数あって相性が…なんてないですもんね。

三久保：バッテリーっていかに小さく大容量を積むかっていうのが世の中の目指している方向なので、僕らの出力が高くて容量は20分走ればいって物は全然選択肢がないですね。

阿部：バッテリー自体が手に入ってもBMSを揃えるのが…とかもあります。うちはコネを作って色々教えて頂きましたが、EVってあまり普及している技術ではないので「80kWの乗り物を動かしています！」みたいな方がなかなかいないところも難しいですね。

後藤：そういうノウハウのあるところを見つけるのも大事ですね。ICVのエンジンチェーンも似た所がありますが、EVは圧倒的に少ない。

牧野：バッテリー、神奈川工科大学さんみたいに単セルから組電池を自作するところもありますよね。あれは苦勞したって聞いていますが。

後藤：おお、例えるならエンジン自作ですね。

阿部：ただ、海外に行くとしたら分解できないと持って行けないですよ。だからとある海外チームは、メンバー全員で少しずつセルを持って飛行機に乗ったとか。

三久保：やっぱり立ち上げに当たって必要な物を買揃えるという部分では、いちばんのハードルは電池ですかね。

阿部：お金も掛かる、重量自体もかなり重い。

三久保：電圧低いと熱問題がすごい。

阿部：だから僕ら扇いでたんですよ(笑)。あと、コンタクトは設計上は電流量足りていても突入電流で溶着しちゃうトラブルもありますね。

後藤：電源入れた瞬間に色んなところのコンデンサが全部空だから思ったよりたくさん流れちゃったってパターンですね。

牧野：それってICVにはない考えで、そういうところを理解できてないと危険ですね。

後藤：チーム間での情報交換も大事そうです。

牧野：海外の高額な部品を入手するルートだったりとかの情報もなかなかありませんから。

阿部：海外の会社とコミュニケーションを取るにも、こちらにある程度知識がないと話にならないです。

牧野：神奈川大学さんとか神奈川工科大学さんを中心にチーム間の交流や書類の書き方講習などを盛んにやってくれた時期がありましたね。静岡理科大学主催でEVチームでエコパの走行会やったりもしました。交流の輪が広がるので今後もぜひ

ひそいうのを続けて頂きたいです。

後藤：EVでの参戦を考えている学校はそういう場に顔を出すと良いかもしれませんね。

## 0-100km/hの世界記録はFSのEV車両!

後藤：最後に、EVの難しいところだけではなく、利点やおもしろい所の話もしましょうか。

牧野：データを取りやすいのは有利ですよ。ICVだとエンジンベンチやシャーシダイナモの結果とA/Fや吸気圧や温度を突き合わせる必要がありますけど、EVはインバーターが取っている値から5~10パーセントのモーター損失を見込んでおけば十分走れます。

後藤：そのおかげでトルクベクタリング



牧野：他にも絶縁耐圧の高いものってどれも高いですよ。コンタクトも受けられる電流が大きくないと溶着しちゃうのでそこをちゃんと考えるとめちゃうちゃ高くなります。

後藤：やっぱりハイボルテージ方向に進むんですか？

牧野：レギュレーションで600Vまでですね。

阿部：僕らが立ち上げ当時に使ったモーターがアメリカのコンバージョンEV用のモーターで、アメリカでは低電圧でたくさん電流を流すっていう設計のモーターが多くて、そうするとコンタクトを選ぶときに耐電圧は大丈夫だけど電流量が全然足りないってなって苦勞した記憶があります。

後藤：電線も太くなっちゃいますよね。

とか色んな制御にチャレンジしやすいですよ。

**三久保**：データが取りやすいとデザインレポートも書きやすいです。EVは運転もしやすいですよ。旋回終わって脱出がすごくやりやすい。

**阿部**：シフトやトルク特性に気を遣わなくて良いので非常に乗りやすいと思います。

**牧野**：EVの方のアクセラレーションとスキッドパッドをやった年に、大会の1ヵ月前くらいの走行会で急に先輩に呼ばれて練習なしでICVに乗らされたんですけど、半クラッチってどうやってやるんだっけ？ってバタバタやって、発進できなさすぎて結局外されちゃいました。それに比べてEVはアクセル踏むだけで良く、本当に乗りやすいです。ドライバー練習の導入の車としてはすごく良いと思います。

**三久保**：スポンサー集めもしやすいですね。世の中の流れに乗っているというのは非常に強いし、今のようにEVチームが少ない状況だと結構差別化要因になります。

**阿部**：お金は集めやすく、出ていきやすく…こんなに集めたのって（笑）。

**牧野**：プレゼンテーション審査も、ですよ。

**三久保**：そう、プレゼンテーションのアイデアにも困りませんし、ありきたりから脱出できます。コスト審査は高くなりますが。

**後藤**：パッケージングも大胆にできますよね。各チーム色んな形式を採用してる。

**牧野**：バッテリーレイアウトひとつで大きく変わりますから。

**阿部**：ミッドシップもあれば、両脇や足元に載せたり。

**後藤**：バッテリーの分け方にレギュレーションはないんですよね？

**牧野**：ないです。ファイヤーウォールでドライバーを保護できれば大丈夫。

**後藤**：ファイヤーウォールはICVと一緒になんですか？

**三久保**：アルミ板に絶縁シートを貼った絶縁性のものを使います。

**牧野**：その絶縁シートも耐火性がないとダメなんですよ。

**阿部**：そういう物がどこで買えるか知っているか知らないかで大違いですね。

**後藤**：それはEVチームの交流会に行くとか教えてもらえると。

**三久保**：そうですね。今EVやってるチームってそういったところすごい寛容だと思います。

**千葉**：皆、同じ道を通って来てますからね。

**三久保**：オープンな姿勢が立ち上げメンバーがいなくなった後も続いていってくれと良いなあと思っています。うちのチームはEVプロジェクトを立ち上げてからメンバーの層が変わりました。元は電気系のメンバーって2、3学年に1人って感じだったんですけど、今は当然のように電気系の学生がたくさん入って来ています。僕としては機械系の学生だけじゃなくて電気系とも一緒に車を作らなきゃいけないっていうのはいい傾向だと思っています。

**後藤**：実際の自動車の仕事で電気を避け

て機械だけでっていうのは無理ですからね。

**阿部**：例え自動車業界に進まなくても、学生フォーミュラというフォーマットの中でICVだけではなくEVにも取り組めるのは教育として価値が高いと思います。ですからドライバーレスも早く始まらないかなと期待しています。

**三久保**：新しいカテゴリーってどんどん新しいことをやる土壌になりますよね。

**阿部**：後やっぱり、EVのいちばん楽しい所って世界一を目指せるというところだと思います。世界一速い車が作れるはず、というか作られてますよね。0-100km/hの世界記録ってFS車両のはず。

**牧野**：たしか1.5秒とか（編集部注：チューリッヒ工科大学のギネス記録、1秒513）。

**阿部**：そういったパッケージの車にチャレンジできるのは非常におもしろいんじゃないかなあ。実際日本大会の車がそうなっているかというはまだまだなので、そういう悔しさはあるんですが、そこを目指して頑張れるっていうのはひとつ分かりやすい目標があって良いと思います。EVのチームってそういった速さに憧れて始めるのがほとんどだと思います。

**三久保**：夢がありますよね。



## 各輪独立モーター駆動

今回の大会には日本と中国各1チーム、4輪独立モーター駆動・ハブマウント方式のマシンを持ち込んだ。最近、ドイツ系のEV上位チームが採用しているのと同様のレイアウトで、モーターも同じAMK社製。小径・高速回転モーター直結駆動なので減速が必要。E01号車は通常の歯車組一段を介してハブシャフトにつながる。各輪への電流値を変えてもそれが即、タイヤ接地面ベクトルとなって現れるわけではなく、4輪独立駆動によるヨー・モーメント発生・制御は実ははかり難いはず。そのためにも車輪のアライメント変化、その保持剛性が重要になる。両者ともリヤはパンプステアが大きくなりやすいリンク配置だ。



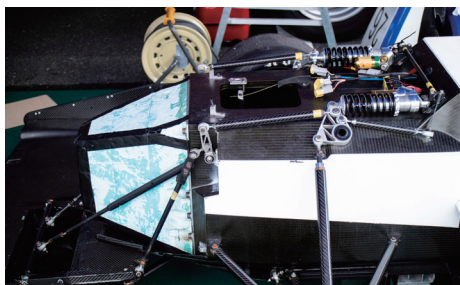
特集  
大会で  
見つけた

気になる

# モノ・コト

第17回大会に集結した車両を見て回り、気になった技術やアプローチを一挙紹介!

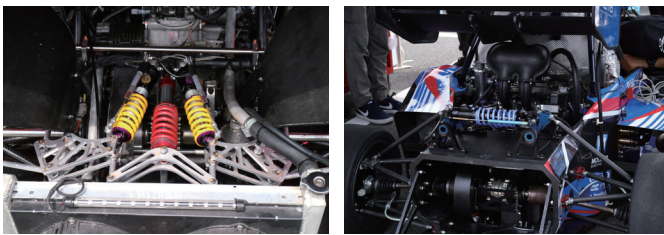
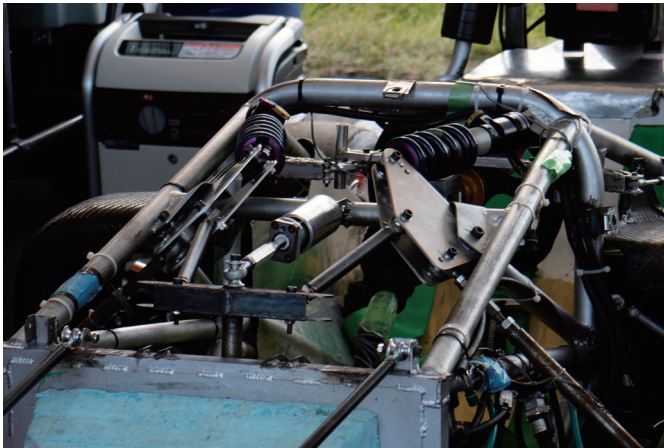
## エアロデバイスのばね下マウント



ご承知のとおり、1969年以来、モータースポーツ競技車両は「空力効果を生ずる要素は車体(ばね上側)に固定する」という規則の元に作られている。しかしF-1にはその縛りはない。この26号車はフロントウイング支持の一端がリンクを介してロッカーアーム→プッシュロッド→アップライトへ、リヤは一方の支持リンクがアップライト上端部に直接連結されている。最近の競技車両の空力トレンドである、細かな過流制御を意図した形状やカットも凝っている。モノコックタブを含めて、CFRP成形品の精度、仕上げの良さにも注目されたい。



## ロールとピッチを分離したばね+ダンパー系配置



各輪サスペンションの伸縮ストロークに関して、単純な1輪突起乗り上げ以上に、舗装路面における旋回系運動の中ではまずロール(左右逆相)、さらに最近のエアロデバイス装着車両ではピッチ(前後逆相)、そして前後それぞれの地上高などを、ある程度分離して最適に近づけるメカニズムが必要になる。その視点から常用されるバウンスとロールの両方を受けるばね+ダンパー系とは別にピッチ系の同相伸縮だけを受けて動きや振動をコントロールする「第3のクッションユニット」を持つのが今日の競技車両の定型。ただし今日の空力荷重に頼る競技車両でピッチとロールの制御を分離する機構が求められるのは主にフロントである。リヤはF1でもほぼコンベンショナルなレイアウト。それにはちゃんと理由がある。

2車のフロント中央に前後方向に置かれた筒状部品もその要素だが、マスダンパーの原理を応用して伸縮加速度に対して作用、特定周波数を減衰させる「イナーター」と呼ばれる機能を自作したもの。

17号車はリヤにも通常の各輪ばね+ダンパー(KW製)・ユニットに加えて、アンチロールバーの中央支点が同相伸縮では前後に動くのを利用して、そこにもう1本のばね+ダンパー(ZF製)を組み込んでピッチ運動に効かせようとしている。

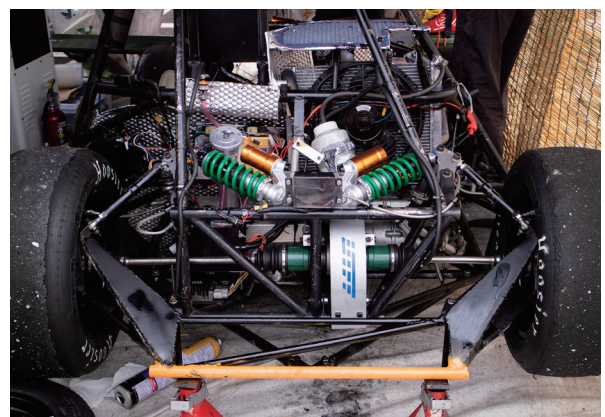
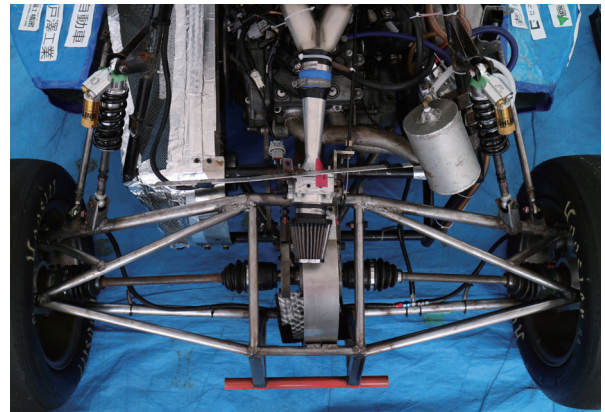
76号車のリヤは、左右輪同相ストローク(バウンスとピッチ)で伸縮させられるばね+ダンパー・ユニット(手前)と、左右輪逆相ストローク(ロール)で伸縮させられるばね+ダンパー・ユニット(奥に隠れている)で、それぞれの動きを分けて処理しようとしている。ベルクランク支持軸の造りも良く考えられていて、加工も凝っている。

## リヤ・リジッドサスペンション

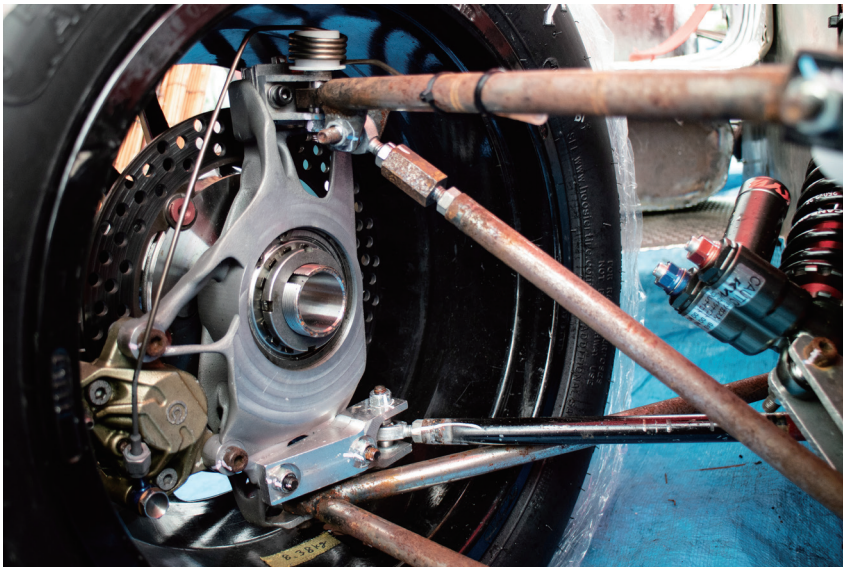
舗装路面でタイトに回り込む旋回が連続する、というF-1の旋回系動的競技で、左右輪を別々にストロークさせる必然性があるだろうか。そう考える車両コンセプト+設計者が現れた。まずはリヤ・サスペンションにおいて左右輪を一体構造アクスルの両端に組み込み、ファイナルドライブはばね上側に置いて左右別々のドライブシャフトで駆動する。俗に言う「ド=ディオン・アクスル」である。「リジッドアクスル(固定軸)」において様々な語られるデメリットは、実はほとんどがファイナルドライブ一体化による重量過大によることに思いをいたせば、この発想にうなずくことができる。

56号車は2018年からこの基本形を導入。車軸後方にオフセットした構造体で左右をつなぎ固定する、旧来、乗用車等でよくみられるレイアウトで、昨年はそこに太めの鋼管(これも乗用車前例多し)を通したが、今年は重量減を狙って細い鋼管でトラスを組んできた。この形だと左右連結構造体に常にねじれが働き、溶接部の損傷が何度か発生、当て板で対応している。アクスルの支持・位置決めは、前側に伸びるロッドで、上は左右2本(写真ではブッシュロッドの奥下に見える)が斜めに前方へ、下は前開きの角度を付けた、これも左右独立のロッドが、アクスル構造体最下・後ろの横断パイプ中央から両側前方に伸びて、メインフレームにピボットされる。この上下2対のリンクの揺動軌跡の組み合わせでアクスルの動きが決まる。

68号車は、左右後輪のアップライトを位置決めする3点を、横断面で見ると三角形の頂点をなすパイプが左右に伸びて連結、固定する。そこにトラス構造を組んでアクスル構造体を形作る。その位置決めは、やはり車体側から上下にトレーリングリンクを伸ばしているが、上はシンプルに車体中心線とほぼ平行なロッドを左右に、下は車体底部に2点、アクスル中央部に1点を結ぶ前後方向の大きなAアームによる。横力はこのAアームが受け、そのアクスル側ピボットが実在するロールセンターとなる。各リンクをできるだけ長くとったことでアクスル揺動時の動きも素直になっていそうだ。サスペンションリンク類とそれをピボットするフレーム側構造全体では、ダブルウィッシュボーン形態に対する重量差も大きくはないと思われる。



## 金属3Dプリンター



金属3Dプリンターによるものづくりが、日本の学生フォーミュラの主要部品にも登場してきた。20号車のフロント・アップライトである。東京都内の金属加工専門メーカーが基本設計を3Dプリンター造形用にアレンジするところから、製造まで協力した成果だという。写真からもわかるようにアッパーアーム・ピボット、ブレーキキャリア・マウントなどはまさに鋳造や切削加工では作れない/作りにくい3次元・中空構造になっている。ローアーム・ピボット+ナックルアームは一体の削り出し品。欧州では金属3Dプリンターの製造元が製品(プリンター)納入時のトライアル用3Dデータとして「F-SAE用アップライト(例)」を提供しているという話も聞く。

## CFRPホイール&サスペンションアーム

26車は、足まわり周辺のCFRP化を複数年の準備を経て実車投入してきた。ホイールは型貼り込み成形と機械加工を組み合わせる製作。ハブシャフトの締結も最小限の3点化。実はそれ以上に、フロントは転舵軸の内傾をゼロに、いわゆる「センター・ピボット」として、タイヤ接地面の感触がドライバーの手までできるだけ分かりやすい形で伝えるジオメトリーを組むために、前輪は既存のホイールよりも格段に大きなオフセットが必要、など車両全体設計コンセプトの中で、CFRP専用ホイールが必須となったことで自作に踏み切ったという。

サスペンションアーム類、リンクロッド類、ドライブシャフトなどのパイプ状機能要素も一気にCFRP化。大きな圧縮荷重が加わるローアーム、ねじり方向に衝撃荷重が加わるドライブシャフトなど、各部品の太さと織物に使い分け、金属部品との接合部設計なども考慮、検討、製造配慮が行き届いている。今回、異種素材の接合接着部分や溶接部位での破損も何例か発生しているので、この写真にも参考になるところがあるかと思われる。

