

エコラン競技車両の製作（2017～2018）

津田 勇*

The manufacturing of the Eco-run competition car（2017～2018）

Isamu Tsuda*

要旨： エコラン競技には、ガソリンエンジンを使用した自作の車両にて、ガソリン1リッターあたりの燃費性能の高さを競う大会がある。本報では、エコラン競技の概要と、学生たちが製作した平成29年度、平成30年度の競技車両と大会参加記録を報告する。

キーワード： ホンダエコマイレッジチャレンジ、エコラン

1. はじめに

当校制御機械科では、機械設計から加工・組立、電子回路の設計・製作、制御プログラムの作成まで一貫した流れを授業に取り入れ、頭で考えるだけでなく実際に「モノづくり」ができる人材育成をしている。この「モノづくり」の難しさ、楽しさを体験させることを目的に、平成20年度よりエコラン競技に参加している。平成29年度から現在までの経緯を報告する。

2. エコラン競技

エコラン競技にはモータ駆動のものとエンジン駆動のものがあり、当校で参加しているのはエンジン駆動のものであり「1リッターのガソリンでどれくらい走れるのか？」がテーマの競技である。中でも1981年より開催されている本田宗一郎杯 Honda エコマイレッジチャレンジ全国大会が最もメジャーな大会である。また、自由な発想であらゆる可能性にチャレンジしたモノづくりを通して、環境への意識を高めるという目的もある。

競技は、栃木県にあるツインリンクもてぎのスーパースピードウェイを会場に行われる。グループカテゴリごと車両規定等違いがあり、当校が参加した大学・短大・専門学校クラス（グループⅢ）は、Honda 製4ストローク50[cc]エンジンをベースにした一人乗りの自作車両である。競技は規定周回7周（距離16389.68[m]）を決められた時間（39分20秒11）の中で走行し、燃料消費量から「燃

費」を算出し、その燃費性能の高さを競うものである。モータ駆動のエコラン競技の人气が高くなってきているが、Honda エコマイレッジチャレンジ全国大会もまだまだ人气があり、全グループカテゴリを合わせると350以上のチームが参加している。

3. 平成29年度

前年に参加した本田宗一郎杯 Honda エコマイレッジチャレンジ全国大会（以下、全国大会）は無事完走し、燃費は345.119[km/l]で昨年度よりも92.996[km/l]向上しているが、本校の最高記録の357.76[km/l]には及ばずという結果になった。また、新たな問題点も見つけ出された。問題点を改善しつつ、さらに燃費を良くするためにはどのようにすれば良いかを考え新規車両を製作する。

3.1 29年度車両製作

当校の車両に使用しているクラッチは自作のドグクラッチである。発生した問題点は、このドグクラッチの歯が摩耗し歯飛びをしてしまうというものである。この現象は練習走行日のスタート後にドライバが気付いたのだが、ゴールまで走行方法を変えずそのまま走行させた。ゴール後ピット



図1 摩耗したクラッチ

* 山形県立産業技術短期大学校庄内校
〒998-0102 山形県酒田市京田三丁目 57-4
e-mail: tsuda-i@shonai-cit.ac.jp

* Shonai College of Industry & Technology
3-57-4 Kyoden, Sakata City, Yamagata, 998-0102, Japan
e-mail: tsuda-i@shonai-cit.ac.jp

にて確認をするとクラッチの歯がかなり摩耗していた。（図1）決勝走行日はクラッチをいたわるためアクセルを開けるスピードを遅くすることで、できるだけ歯飛びをしないように走行した。この時使用していたドグクラッチの歯の高さは3mmであったため耐久性を考慮し新規車両には歯の高さを5mmの物を製作し取り付けることにする。また、当校ではいままでエンジンには手を入れず主に車体の軽量化や空気抵抗を小さくすることを中心に行ってきた。しかし、車体の改良やギア比の変更だけでは燃費が400[km/l]程度が限界だろうと感じエンジン内部にも手を入れることにした。

はじめに、どのような車両にするかを考えて行くが、今までの方向性は変わらないができるだけ軽く空気抵抗が小さいこととし、かつ転がり抵抗も小さい車両とする。エコラン競技用のタイヤは今まで使用してきた20インチの他に14インチのものもある。20インチタイヤと14インチタイヤの比較をするために、大会に出場した車両の前輪部を改造することでどちらのタイヤ径も装着できるようにし、室内でデータ収集できるように作成した装置を利用して確認することにした。大会と同様の走行方法でデータを取ったところ（表1）14インチの方が10%ほど燃費が良くなったため、前輪を14インチとして設計することにした。

表1 タイヤ径の違いによる燃費の違い

	14インチ	20インチ
燃費[km/l]	159.686	142.975

3DCAD を用いてモデリングをし、40[km/h]で走行しているときの空気抵抗の解析を行った。解析を行った結果（表2）を見ると28年度車両の方が空気抵抗値は小さい。軽量化を考え屋根を無くしドライバが露出している車両を考えたため思っていたとおりの結果になった。空気抵抗値が多少大

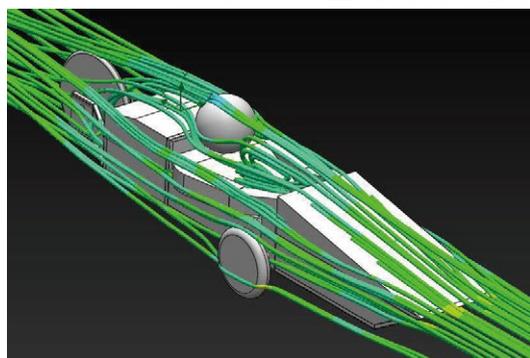


図2 29年度車両の流体解析

きくなるがこのまま製作することにした。

表2 空気抵抗値比較

	H28車両	H29車両
空気抵抗値[N]	6.01	6.35

フレームは、肉厚2[mm]で縦横20[mm]のアルミ角パイプを使用し製作した。フレームのみの重量はH28車両が17.0[kg]だったのに対しH29車両は12.3[kg]と大幅に軽量化することができた。（表3）

表3 フレーム重量比較

	H28車両	H29車両
フレーム重量[kg]	17.0	12.3

今までエンジン内部には手を入れていなかったが、内部抵抗を減らすため使用していないギアを取り外すことにした。使用しているエンジンはギアが4速までであり、当校では4速以外は使用しないため1～3速までのギアとキックペダル用のシャフトなど不要なものを取り外した。ギア等を取り外すことでエンジンの重量は2.0[kg]の軽量化にすることができた。これによって、フレームとエンジンを合わせて6.7[kg]の軽量化に成功した。



図3 不要ギアを取り外す前のエンジン内部



図4 不要ギアを取り外したエンジン内部

3.2 第37回全国大会

全国大会は9月30日、10月1日にツインもてぎスーパースピードウェイにて開催された。走行パターンはエンジンをかけクラッチをつなぎ、40[km/h]まで加速しエンジンを止め惰性で走行する。惰性で走行するうちに速度が17[km/h]まで落ちたら再びエンジンをかけクラッチをつなぎ、加速する。これをゴールまで繰り返すことにした。30日の練習走行では、スタート前にキャブレターのオーバーフローというアクシデントがあったため、応急処置を行い、時間ギリギリにスタート地点に向かった。残念ながら燃料が減った状態でのスタートだったため正確な燃費を得ることができなかった。そのためコースの確認や走りに慣れるということに重点を置き走行した。アクシデントの応急処置として燃料漏れを防ぐためにオーバーフローパイプを強制的に塞ぎキャブレターの外にガソリンが流れないようにしたが、シリンダ側に燃料が必要以上に流れてしまうという悪影響がありスタートするのに苦労した。ゴール後ピットに戻りキャブレターをオーバーホールすることでオーバーフローを何とか止めることができた。



図5 キャブレタ応急処置

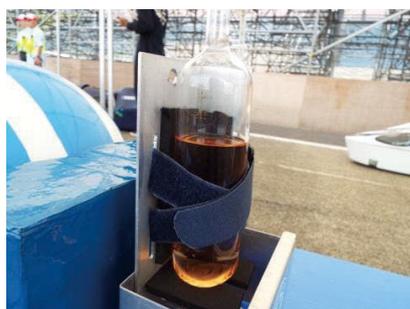


図6 スタート前燃料

1日の決勝は練習日に起こったオーバーフローもなく無事に完走することができた。順位については、今年度の参加車両台数は74台でそのうち45台が完走しており、その中で32位という順位だった。燃費は321.205[km/l]で昨年度より23.914[km/l]燃費が悪くなったが、過去最高順位で

ゴールすることができた。

表4 29年度車両の諸元

全長	288.0[cm]
重量	46.0[kg]
全幅	72.0[m]
ホイールベース	176.0[cm]
トレッド	65.0[cm]
スプロケット歯数	エンジン側14[枚]
	駆動輪側40[枚]
キャブレター	PA-03
メインジェット	#58
スロージェット	#35相当
ニードル高さ	上から2段目



図7 29年度参加車両

表5 29年度車両の諸元

天候	快晴
気温	20.0[°C](AM7:35 時点)
燃料密度	0.741
走行時間	36分45秒237
平均速度	26.756[km/h]
燃料消費量	51.030[cc]
燃費	321.205[km/l]
順位	32位(74台中45台完走)

練習走行日にアクシデントがあったため、決勝走行日も練習走行用の走行パターンで走行することになってしまった。偶然ではあるが、28年度の練習走行とゴールタイムがほぼ同じになったことで比較をしてみると、29年度車両の燃費が、約50[km/l]良い結果となった。軽量化とエンジン改良の成果が出たと考えられる。28年度と29年度との動画を比較するとエンジンをかけている回数が28年度は31回に対し29年度は28回と減っていた。さらに、それぞれの加速時間と惰性走行時間を計測してみると29年度の方が加速時間は短く、惰性走行時間は長かった。

4. 平成 30 年度

4.1 30 年度車両の製作

30 年度車両は、29 年度の車両をさらに軽量化するのは車両のサイズの厳しさを考え、効果が高かったと思われるエンジンの改良を進めることにした。使用しているエンジンはマグネット点火方式で、エンジン内で発電を行いその電力を利用してプラグを点火するものである。これをバッテリー点火方式に変更し発電機能を取り除くことで負荷を減らそうと考えた。表 6 のとおり約 10%燃費を向上することが出来た。

表 6 点火方式による燃費比較

マグネット点火	86.272[km/l]
バッテリー点火	94.453[km/l]

さらに燃費向上のために、フライホイールを軽量化することにした。エンジンから外したフライホイールは 1320g であったものを加工することにより 952g まで軽量化することが出来た。この結果表 7 のとおり、さらに約 15%燃費向上することが出来た。

表 7 フライホイール加工前後の燃費比較

加工前	67.633[km/l]
加工後	77.905[km/l]



図 8 アクセルコントロール装置

燃費向上には関係ないが、アクセル操作は感覚的な部分があるため、ドライバーが変われば操作に差が出ることは防ぎようがない。そこでドライバーが変わってもアクセル操作を一定に出来るようにアクセル操作を電動化することを考えた。ラジコン用のサーボモータを利用することで、スイッチを押すことによりアクセルワイヤを引っ張る装置（図 8）を製作した。走行中故障することも考えられるため、手動のアクセルも併用できるようにしている。

4.2 第 38 回全国大会

第 38 回全国大会は 9 月 29 日、30 日に開催される予定であったが、台風 24 号の影響で、練習走行日がなくなり 29 日にいきなり決勝となってしまった。1 周目は好調に走っていたが、2 周目の途中でエンジンが再始動しなくなった。その後、多少時間を置きエンジンをかけなおしたところエンジンは始動したが、高回転域まで出力が上がらず自走できなくなってしまった。そのため走行不能ということでリタイヤ申請をした。

当校もそうであるが、会場に着いて 1 日目の練習走行日に初めてスピードを出し長距離走行を行い状態確認するチームが多く、練習走行日の車両確認無しでの決勝走行は厳しかった。当校の参加した”大学・短大・高専・専門学校生クラス”は、例年約 65%のチームが完走しているのに対し、今年約 45%ほどしかゴールできなかった。

表 6 30 年度車両の諸元

全長	275.0[cm]
重量	45.0[kg]
全幅	72.0[m]
ホイールベース	175.0[cm]
トレッド	65.0[cm]
スプロケット歯数	エンジン側14[枚]
	駆動輪側40[枚]
キャブレター	PA-03
メインジェット	# 58
スロージェット	# 35相当
ニードル高さ	上から2段目



図 8 30 年度参加車両

5. おわりに

車両の製作段階もそうだが、全国大会に参加し、当日の突発的なアクシデントにも対応することで、学生たちは学内だけでは経験できないことを経験し、「モノづくり」の難しさ、楽しさを理解できたのではないかと思います。この経験が将来何かの役に立てばと思う。