S3-17

フォーミュラカーの開発を題材とした実践的ものづくり
今年度の成果と設計プロセス

Practical Monozukuri for the development formula car

The design process and results of 2010-2011

○中島 暁音[1]，飯島 晃良[2]，星野 倫彦[2]，堀内 伸一郎[2]，吉田 幸司[2]
○Akane Nakajima[1], Akira Iijima[2], Michihiko Hoshino[2],
Shinichiro Horiuchi[2], Koji Yoshida[2]

Abstract;This paper describes the design process about frame, engine and suspensions of the vehicle for participation in the 9th Student Formula SAE competition. Engine Association was established in 1952 as a circle for voluntary manufacturing leaning. Have been participated the Student Formula SAE from the 1st competition in 2003 for 9 years. In 2008 take part in “feature GP” as a Formula R&D. Then now, it has been working on to deepen the experience and knowledge of practical Monozukuri through the development of the vehicle for the Student Formula SAE competition.

１．はじめに

円陣会(フォーミュラ工房)では全日本学生フォーミュラ大会に出場することを目的に活動を行っている．この大会はフォーミュラ車両の開発・設計・製作を通して，学生の自主的なものづくりの総合能力の養成を目的とした｢ものづくり育成の場｣である．競技内容は走行性能を評価する動的審査と設計内容を評価する静的審査に大別される．動的審査は加速性能，旋回性能と車両の基本性能に始まり，耐久走行，燃費といった車両の総合性能まで評価される．静的審査は構想提案・設計・コスト等の車両開発の過程について評価される．同時に販売市場や経営についての知識など，ものづくりの運営面に関しても評価される．また，すべて活動は学生が行わなければならず，設計・製作はもちろん，予算の確保やチーム運営も学生が行う．今回は，第 9 回大会に参戦した車両の設計プロセスと成果を報告する．

２．今年度車両の設計プロセス

学生フォーミュラ大会は「サンデーレース市場」への参入という設定のもとに，各大学がそれに沿った車両開発を行う．円陣会では，モータースポーツの経験や老若男女を問わず，誰でも楽しく運転できるマシンを目標に車両開発を行った．そして，低重心のレーシングカーでしか味わうことの出来ない，コーナリングの楽しさを知ってもらいたいという願いから，「手軽に楽しめるコーナリングマシン」というコンセプトを提案した．このコンセプトに基づき，エンジン，フレーム，足回りがどのようなプロセスで設計を行ったかを述べる．本年度製作した車両 NU-CST/009 を Figure1 に示す．

Figure1. The machine of this year

２．１エンジン

エンジンでは,「コーナリング」と言うポイントに着目し，エンジンの過渡特性の改善をおこなった．学生フォーミュラ大会では，リストリクター（φ20mm）の装着が義務付けられている．このため，吸入できる空気の量には限界がある．しかし従来はそのリストリクター径より大きい 32mm のスロットルバルブを使用していた．これでは，ドライバー操作よりも手前で，吸入限界に達していたと考えられる．そこでスロットル径を 26mm に縮小し，ドライバーのコントロール性を向上させた．また，過渡特性に影響を与える，スロットルバルブ-エンジン間の空気量も同時に低減した．この際，急加速時の応答遅れに対してはスロットルの加速度を読み込み，燃料の割り込み噴射を行うことで対応している．

また，電動シフターを用い，ハンドルのスイッチでシフトチェンジを可能とし，初心者にも扱いやすい操作系としている．

２．２フレーム

フレーム剛性やねじれ方により,コーナリング時などのドライバーのフィーリングに影響をあたえる.そのため,本年度ではフレームに使用するパイプの径を一から見直し，適材適所にパイプを配置した．例えば大きく空間の開いたコックピットスペース等の,より大きなねじりの力がかかる場所には,パイプの径を太くして肉厚を減らした．これにより，ねじり剛性の向上および軽量化に成功した．Figure2にフレーム捩じ

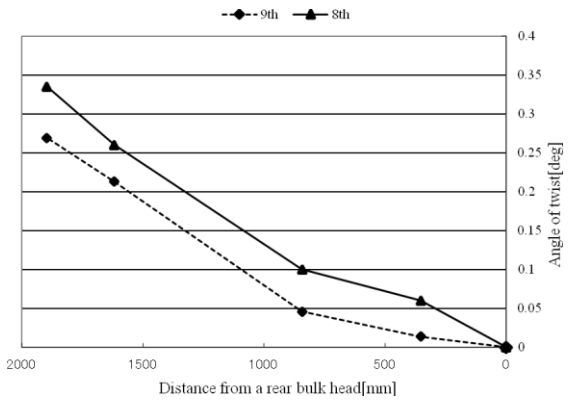

Figure2. Displacement angle of the frame

1:日大理工・学部・機械　2:日大理工・教員・機械

れ剛性の昨年度車両との比較を示す．また，アームのピポット位置やサスペンションシステム取り付け位置には肉厚が厚いパイプを使用した．これは，力の入力点の剛性を上げ変位を抑えるためである．

ドライバースペースを拡大し，無理のないドライビング姿勢を実現している．また，整備性や生産性を考慮したフレーム構造とし，アマチュアユーザーがメンテナンスを行えるように設計した．

２．３足回り

今年度はミニサーキットやカート場などでの走行を視野に入れ，昨年度と比較しショートホイルベース化とトレッドの縮小を図った．これにより，狭いコース内での車両の取り回し性を向上させている．同時にタイヤのアライメント変化を低減させ，限界域での車両運動を安定させるジオメトリとし，初心者でも安心して走行を楽しめる設計とした．足回り部品もフレーム同様に剛性と重量が走行性能に影響を与える．そのため，解析を行い軽量化と高い剛性を実現した．またそれを実現するために，リアは従来のアウトボードブレーキからインボードブレーキに変更し，部品点数や製作費の削減にも貢献している．Table1 に前後のアップライトに走行時に加わる荷重を想定した解析での変位量を示す．

３．第 9 回全日本学生フォーミュラ大会の結果

第 9 回大会は 2010 年 9 月 5 日～9 日に静岡県にある小笠山総合運動公園で行われた．技術車検では，設計・製作段階で何度も技術車検を想定した車両チェックを行っていたため，昨年に引き続き無事 1 度で通過することができた．ブレーキテスト，チルトテスト，騒音テストも無事通過し．プレゼンテーション審査では，「サンデーレース市場の開拓」という内容で発表を行った．準備にかけられる時間が少なく発表練習の不足が悔やまれるが，インターネットを活用した広告の提案やグラフを多く用いて一目でわかるような資料づくりを心掛けた結果，昨年より順位を上げることができた．デザイン審査では実車両やパネルなどを使用して積極的に特徴をアピールしたが，我々の考えがうまく審査委員に伝わらず，成績はあまり振るわなかった．コスト審査では新レギュレーションが適応されてから感じていた審査員との審査内容に対する焦点のズレを未だに埋める事が出来ない中，他チームの熟成が進み，内容で大きく差をつけられ評価を落とす結果となった．静的審査の得点は年々すこしずつ上げてきているが、未だ課題が多く残っている．

動的審査では NU-CST/009 の得意とする旋回性能の高さが発揮され，スキッドパッドで好成績を残すことが出来た．しかし加速性能が問われるアクセラレーションでは，エンジンパワーの不足から立ち上がりの加速が鈍く，課題が残った．エンデュランスは全競技の中で最も配点が高く，総合成績を上げるためにもこの種目の完走は必須条件であった．多くのチームがリタイアする中、船橋の総合交通試験路での車両走行試験を行っていたため 11 位という好成績を残すことが出来た．完走できたチームが少なかったことからも，この競技の過酷さがうかがえる．Table2 に今大会の種目ごとの獲得ポイントと順位，及び総合成績を示す．

Table1. Maximum displacement of the upright

Front upright		
	9th.	8th.
amount of displacement	0.161mm	0.205mm
Rear upright		
	9th.	8th.
amount of displacement	0.175mm	0.516mm

４．まとめ

今回の第 9 回大会では昨年に比べ静的審査では順位を落としたものの，総合成績では順位を上げる事が出来た．その要因として，動的審査の好成績と他チームの苦戦があげられる．例年からではあるが円陣会は静的審査のレベルアップが必要とされる．

Figure3 に過去の大会成績と大会エントリー校数の推移を示す．一見すると年々順位が下がっているように見える．しかし，同時に参加校数が増えているために，全体からの割合でみると初年度に比較して成績は上がり，ほぼ横ばいになっている．このことから，現在の円陣会はある程度の「技術の伝承」は出来ていると考えられる．そのため今後はデザイン審査等の静的審査を有利に進めるために，いかに円陣会らしい車両造りを進めるかが大会で上位を狙うキーポイントとなると考える．

５．参考文献

[1] 後藤有也 他：学生フォーミュラ参加車両を題材とした実践的ものづくり，第 52 回日本大学理工学部学術講演会講演論文集，S2-10，pp．22-23，2008．

Table2. The result of the 9th competition

Static Events	Cost	26.3/100 pts.(51th)
	Presentaion	41.25/75 pts.(23th)
	Design	70/150 pts.(30th)
Dynamic Events	Acceleration	27.32/75 pts.(35th)
	Skidpad	31.56/50 pts.(13th)
	AutoCross	94.73/150 pts.(21th)
	Endurance and Fuel economy	282.41/400 pts.(12th)
Total		573.57/1000 pts.(13th)

Entry: 87 Teams　　Particpant: 75 Teams

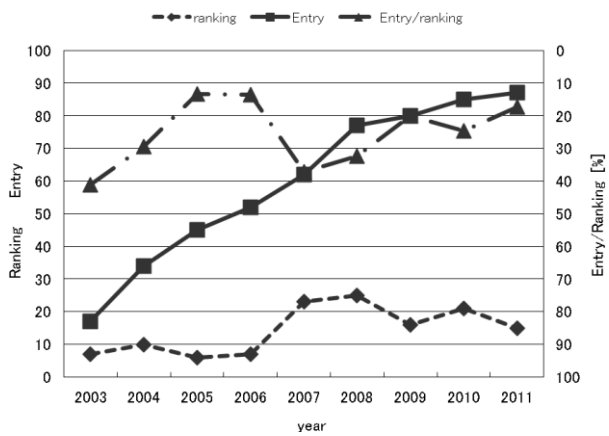

Figure3. The results in the past 9 year