**2.1** 車両諸元**1 *⃝*** （目標重量とトレッドとダウンフォース）

まず，定常領域でタイムを短縮するための評価指標を考察した．タイムの

短縮区間である実際のエンデュランスコースにおけるコーナーではコーナーの

半径が一定でも車両は基本的にアウトインアウトのラインをとりドライバーや

ライン取りの違いから一定した評価を行うことは難しいと考え，定常領域では

比較的ドライバーの差や条件が安定しやすいスキッドパッドを評価指標とする

ことが最適であると考えた．そこで目標とするエンデュランス順位とスキッド

パッドの順位を比較するとある一定の相関関係がみられた（Fig.1）．そこで

チーム目標を達成できるスキッドパッドの目標タイムを算出すると5.15 sec

（昨年比-0.19 sec）となった．

スキッドパッド5.15 sec を達成するためのタイム短縮のパラメータとして

車両重量kg，前後トレッドmm，ダウンフォース（以下DF），タイヤ特性，

前後重量比が挙げられる．その中からkg，mm，DF に着目しスキッドパッ

ドにおけるタイムシミュレーションからそれぞれのパラメータにおいてどの

くらいタイムを短縮できるか考察したところ（Fig.2，Fig.3，Fig.4），軽量

化のタイムへの影響は0.003 sec/kg，DF におけるタイムへの影響は0.0006

sec/N，トレッド短縮によるパイロン幅寄せではタイムは短縮できずコーナリン

グフォーの非線形性から逆にタイムは0.0003sec/mmの割合で増加した．

前述の影響とオートクロス、エンデュランスのパイロンコースを勘案し

最大値のF=1200 [mm]，R=1200 [mm] とした．次に，空力デバイス搭載に

おけるDF 増とそれに伴う重量増のメリットデメリットを勘案したところ4.5

N/kg（得られるDF/空力デバイスの重量）以上のDF を発生できると空力

デバイス搭載によるメリットが大きくなることがわかった．製作によって達成

可能なエアロ重量を21 kg（Fr. ウイング：16 kg，サイドポンツーン：5 kg）

とし，前述のタイムへの影響（DF/Mass（wing））を考慮してDF 目標を輪

荷重150 N ＠ 35-40 km/h とした．これにより約0.1 sec の短縮が可能であ

る．さらにウイング搭載における重量増分の軽量化を考慮したところ（Fig.5）

全体でこれを達成可能であると判断し，目標重量をウイング搭載で同等近くま

で抑える（250 kg）ことにした．これにより約0.03 sec の短縮が可能である．

**2.2** 車両諸元**2 *⃝*** （前後重量比とホイールベース）

前後重量比はスキッドパッドなどの定常領域だけを考慮すると50:50 が最

適であるが，エンデュランスコースは多くの複合コーナーと直線区間もあり，

荷重移動量を考慮すると45:55 が最適であると判断した．

ホイールベースは過渡領域であるパイロンスラローム区間において1.8 sec

のタイムを短縮が達成できる値とする．パイロンスラロームにおいてタイムを

短縮するためにはヨー角加速度に注目すべきであると考えた．車が旋回を開始

するメカニズムはドライバーがステアリングを操舵しフロントタイヤにスリッ

プアングルが付きコーナリングフォース（以下CF）を発生しヨー角加速度の

発生で車体がヨー運動を開始する．このヨー角加速度を大きくすると車両向き

変えが速くなりパイロンスラロームのように車両の向き変えが多いセクション

ではヨー増加によるメリットは大きくなると考えた．ヨー角方向の運動方程式

は次の式で表せる．

*IZ*  = *MZ* (1)

（*IZ*：慣性モーメント，  ：ヨー角加速度，*MZ*：タイヤが発生するモーメント）

式1 より次の式が得られる．

 =

*MZ*

*IZ*

(2)

ヨー角加速度を大きくするためには*MZ* を大きくするか，*IZ* を小さくする必

要がある．

今年度マシンはウィングの搭載が決まっており重心からホイールより遠い

位置に重量の約7 %を占める部品が配置されるためヨー角加速度が小さくな

ることが予測される．このヨー角加速度の減少をできるだけ小さく抑えること

とした．そのために*MZ* の増大（ホイールベースの延長）を行う．KS-13 に

おいて1700 mm まで拡大してもオートクロスやエンデュランス走行におけるパイロンタッチのリスクはない事は分かっている．2017 年

度のオートクロスの順位からホイールベースとタイムの相関性を調べたところ

（Fig.6）ホイールベース延長によるデメリットは小さいと考え今年度はホイー

ルベースをベンチマークとするチームと同等程度の1720 mm とする．

**2.3** タイヤ選定

タイヤ選定にあたってはホイール径10 inch と13 inch の2 サイズを検討

した．10 インチホイールのメリットは軽量化である．13 inch と10 inch の

重量を比較すると4 輪で6.91 kg の軽量化が見込まれる．しかし，タイヤデー

タを比較するとCP やホイール内部の設計自由度減少の観点，さらに新規設

計部品の増加による設計期間の延長が考えられる事から慣性モーメント低減や

その他メリットは小さいと考え小さなスリップアングルで大きなCF を生み

出す13 inch Hoosier20.5-7.0/13 とした．

**2.4** サスペンションジオメトリ

スキッドパッド目標タイム，またスラロームでの目標を達成する為に空力

デバイスの搭載を考慮した設計を行う．また，設計期間短縮のためにジオメト

リ目標値（主に，キャンバーチェンジ，トーチェンジ）を成績，ドライバーと

もに感触が良好であったKS-13 と同等程度と設定し，小変更があっても目標

範囲であればジオメトリ設計変更を行わない方針をとった．

**2.5** レイアウト

KS-14 ではフロントダンパー周辺の軽量化を狙い車体サイドに配置してい

たが，ダンパー取り付け点がフロントフープブレースの結合点からほぼ中心

の位置にあり，フレームが弾性変形していることで設計通りの動きが出来てい

なったと考えられる．今年度はフロントダンパーは従来通り製作性を考慮して

フロントセクションの上部に配置した．また，リアは空力デバイスを搭載しリ

アウイングはばね下に搭載するためウイングロッド取り付け点の確保のため，

またトーロッドにかかる力を減少させるためロアーアームにプッシュロッドを

配置した．これによりプッシュロッドにかかる力を前年度比27.8 %減少させ，

アッパーアームのガゼット小型化にも貢献した．

**2.6** ジオメトリ変化

前述の通り，ジオメトリ変化の目標値には幅を待たせた．今年度はフロントウイングが搭載され路面接触のリスクも高まることからロール剛性を前年度より高めに設定しロール量を抑えていることからジオメトリ変化も小さくなる。

キャンバー変化は旋回時に外輪が前後ともにポジティブにならないようキャンバー角を-1*◦*～0*◦* の範囲（追加図A）とし，トー変化はフロント0*◦*～0.5*◦(追加図B)*，

リアは-0.5*◦*～0*◦* とした．スカッフ変化はHeave25ｍｍ時２

mm（追加図C） とした．

**2.7** キングピン軸周りのジオメトリ

KS-14 と同様にキャスター角6.981*◦*，キングピン傾角13.097*◦*，キャス

タートレール24.615 mm とした．

**2.8** サスペンションアーム

サスペンションアームは従来通りスチール製パイプで製作し軽量化の為ロ

アーアームとアッパーアームで肉厚の異なるものを使用し軽量化を図った．さ

らに軽量化のためにアームの補強材に着目した．それぞれのアームにおいてガ

ゼットの有無で解析を行ったところ安全率にほとんど変化はなかった．そこで

ガゼットを最小化しアーム類のみで-615 g の軽量化を行った．

**2.9** トーロッド

KS-14 のマシン特性にドライバーからのフィードバックでコーナリング限界が低くアンダーステア傾向がみられるというものがあった．この原因をトーロッドの

剛性不足であると仮定した．トーロッドの剛性不足により旋回外輪がトー

アウトになりコーナリング限界の低下につながっていると考え，Φ12アルミニウム中実棒製トーロッドと高剛性化を狙ったΦ15.9のスチールパイプ製のトーロッドを比較し今年度はスチール製を採用した。

**2.10** タイロッド

タイロッドは昨年度の後ろ引きから，コンプライアンストーアウトを目的

に前引きに変更しトーロッドと同様にタイロッドをスチールパイプに変更し

ステアリングフィールの向上を目指した．

**2.11** ばねライン系

バネライン系の詳細を決定するにあたってまずは最低地上高，目標ロール

角を設定した．KS-14 はインリフトの抑制のためにフロントのホイールレー

トを高くしていたがマシンのアンダーステア傾向が大きくなってしまった．ま

た，最低地上高は低いほうが重心高が下がる利点がある一方，走行中の路面

タッチのリスクも高まる．最低地上高管理とリアウイング搭載による重心高の上昇の相殺を含め，今年度はホイールレート

を見直し，最低地上高を30 mm（20 mm+10 mm）に設定し，ホイールス

トローク量を20 mm/G(最大荷重2 G) に設定した．バネの限界ストローク

量は76.2 であり，ライドクリアランスを20 mm とるとバネストローク量は

56.2 となる．ホイールストローク量からホイールレートは決まりフロント38.1

N/mm，リア46.6 N/mm となる．バネストローク量からモーションレシオ

は前後とも0.676 に設定した．スプリングレートはフロント17.4 N/mm リ

ア21.3 N/mm とした．空力デバイスが装着されたマシンの想定重量はドラ

イバー込みで310 kg（ドライバー60 kg+車体重量250 kg）より，バネ

固有振動数はフロント3.96 Hz リア3.99 Hz となった．（KS-14 Fr：3.90 Hz，

Rr：3.43 Hz）

**2.12** 重心高

空力デバイスの搭載により，主にリアウイングによって重心高が上がるこ

とが予想される．この重心高の上昇は荷重移動量の増加からコーナリング性能の低下を招く。スキッドパッドでのタイムの影響は図(追加図D)の様に0.002sec/mmの割合で影響を及ぼす。この重心高の上昇をドライバーの運転姿勢をリクラインにす

ることで抑制することにした．詳細はシートの項で記述する．\_\_

1.車両重量のSkidpadへの影響

2.ダウンフォースのSkidpadへの影響

3.トレッド減少によるタイムへの影響

D.重心高低下によるタイムへの影響

B.旋回外輪側トーチェンジ

C.スカッフ変化

1. 旋回外輪側キャンバーチェンジ

Fig1.エンデュランスとスキッドパッドの相関図