

2021 年度 活動報告書



SINCE 2002

2022 年 3 月 30 日 (水)

金沢工業大学

夢考房フォーミュラカープロジェクト

<https://www.facebook.com/KITformula>

<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/formula/>

目次

1. 活動目的と背景	1
2. KIT-21model 概要	2
2.1. 車両コンセプト	2
2.2. 車両パッケージ	2
2.3. 車両設計概要	3
3. 年間活動概要	23
3.1. 活動スケジュール	23
3.1.1. パッケージング・設計における振り返りと反省	24
3.1.2. 製作における振り返りと反省	24
3.2. チーム組織	25
3.3. 活動目標	27
3.4. チーム運営における総括	27
5. スポンサー様一覧(順不同)	28

1. 活動目的と背景

米国「Formula SAE®」(以下：F·SAE)は1981年から「ものづくりによる実践的な学生教育プログラム」として米国で開催され、学生自らが企画・設計・製作に取り組むことで技術の理解を深め、実践的な能力を養うことを目的としている。そのため米国の大学の80%以上では単位として認められている活動であり、有能な学生が多いことから学生のリクルーティングの場としても機能している。そうした状況を踏まえ、日本自動車技術会では、F·SAEのルールに準拠し、2003年9月10日に「全日本学生フォーミュラ大会ーものづくり・デザインコンペティションー」(以下：日本大会)を開催した。大会では学生が設計・製作を行った車両に対するものづくりの技術力・革新性・安全性・生産性など、プロフェッショナルからの評価が得られる貴重な場である。夢考房フォーミュラカープロジェクト(以下：FMC)は、この日本大会の開催をきっかけに2002年4月に発足した。

FMCは毎年9月頃開催される学生フォーミュラ日本大会への出場を目指し、フォーミュラカーの設計・製作、それに伴うプロジェクト運営活動を通じて、メンバーが以下のような事項を習得することを目的としている。

- (1) プロジェクトに参加することで、企業の方々を含め、多くの人達と交流しその経験から技術者、社会人として求められる倫理観や人間性を身につける。
- (2) 車両を設計するために必要な自動車工学・人間工学の知識を学び、習得した知識を活用して車両設計において工学的なアプローチをして人から信頼されるものづくりに求められることを体得する。
- (3) 車両を製作するために、実際に工作機械や工具に触れ、加工技術や工具の適切な使用方法を体得することで、設計者に求められるスキルを身につける。
- (4) マーケティングを通してスケジュール管理、予算管理、生産管理などを行うことで経営マネジメントを疑似体験し、組織で働く人間として求められる能力を身につける。
- (5) プロジェクト組織内において、メンバーが責任を持って与えられた役割を果たすことで、リーダーシップ力、コミュニケーション能力、社会人基礎力を身につけ向上させる。

2. KIT-21model 概要

2.1. 車両コンセプト

KIT-21model 車両コンセプトは KIT-20model のコンセプトを引継ぎ、「ドライバーの扱いやすいマシン」になった。KIT-20model 同様、パーツ数よりも人数が少なくなったため、改良するパーツと KIT-20model のパーツを流用するものを取捨選択し、車両設計を行った。

2.2. 車両パッケージ

KIT-21model の車両パッケージは KIT-20model から変更をしなかった。以下図 2.2.1 に KIT-21model の 3D モデル、図 2.2.1 に車両諸元を示す。



図 2.2.1 21model の 3D CAD モデル

表 2.2.1 車両諸元表

KIT-21model 車両諸元	
全長/全高	3092mm/1182mm
ホイールベース	1600[mm]
トレッド(前/後)	1200mm/1200[mm]
車両重量	240kg
前後重量配分	47:53
エンジン	SUZUKI GSX-R600 L5
最高出力	53.3[kW]/10800[rpm]
最大トルク	58.3[kg]/7900[rpm]
タイヤ	Hoosier 20.5×7.0-13 R25B
ホイール	13inch TWS Mg Wheel
サスペンション形式	前後ダブルウィッシュボーン

2.3. 車両設計概要

2.3.1. フレーム

◆ 21model の設計方針

21model は 20model のフレームを流用し、車両コンセプトである「ドライバーの扱いやすいマシン」を実現させるためにフレームは軽量化を目指し、剛性を強くすることよりも軽量化を重視した。軽量化のアプローチとして、構造をレギュレーションで指定されているフレーム構造のみで構成し、剛性を保つためにパイプの端面をふさいだ。

◆ 21model の詳細

以下に 21model の概略図を示す。



図 2.3.1.1 21model フレーム形状

21model は 19model をベースに設計した。19model から 21model への変更点は以下の通りである。フレームはレギュレーションを満たす最低限のパイプで作ることを目標にして設計した。

- ・コックピットの斜めパイプを削除
- ・Main Hoop Brace Support Lower より下端のパイプ削除
- ・コックピットの下面の斜めパイプを削除
- ・フロントバルクヘッドをΦ25.4-1.6 から□25-1.2 に変更
- ・Φ25.4-1.6 のパイプはΦ31.8-1.2 へ変更
- ・フレームの端面にキャップをすることで、剛性の維持

◆ 評価&比較

以上の変更点を行った上で解析を行い、19model と比較した上で評価する。解析条件は図 2.3.1.2 の③を固定し、98N の荷重を⑩の左側は上向きに、右側は下向きに負荷する。以下図 2.3.1.2 に変位測定箇所変位量を、表 2.3.1.1 に変位比較表を、表 2.3.1.2 に計算値を示す。

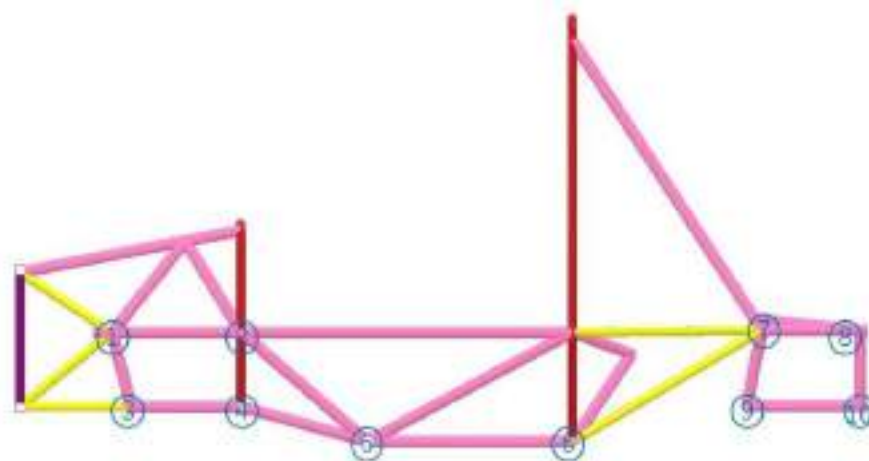


図 2.3.1.2 変位測定箇所

表 2.3.1.1 変位量比較[mm]

	測定位置	19model	21model	差
1	フロントサスペンション(上・前)	0.0105	0.0115	+0.001
2	フロントサスペンション(上・後)	0.0194	0.0242	+0.001
3	フロントサスペンション(下・前)	固定点=0	固定点=0	-
4	フロントサスペンション(下・後)	0.0157	0.0288	+0.0131
5	フロントフープ下	0.032	0.0638	+0.0318
6	メインフープ下	0.0692	0.1023	+0.0331
7	リアサスペンション(上・前)	0.0925	0.073	-0.0195
8	リアサスペンション(上・後)	0.1258	0.0988	-0.0270
9	リアサスペンション(下・前)	0.0481	0.0776	+0.0295
10	リアサスペンション(下・後)	0.0922	0.1068	+0.0146

表 2.3.1.2 ねじれ剛性値、重量、比剛性の比較

	19model	21model	差
ねじれ剛性値[N・m/deg]	506	391	-115(-23%)
重量[kg]	33.8	27.0	-6.8(20%)
比剛性	15.0	14.5	-0.5(3%)

表 2.3.1.1 より、ほとんどの計測箇所では変位が大きくなった。最大で 0.0331mm 増加すると考えられる。しかし、この解析では各変位箇所での強弱を発見するために行っているもので、実際の走行時で片輪に 2000 N の荷重が負荷されることは想像し辛い、そのため、0.0318 mm の変位増加は問題無いと判断した。

表 2.3.1.2 より、ねじれ剛性値は 23%と大幅に減少した。しかし、重量が 20%減少していたため、ねじれ剛性値を重量で割った比剛性は 3%の減少で抑えることができたので、コンセプトを達成することができた。

2.3.2. サスペンション

I. サスペンションシステム

◆ 21model の設計目標

以下に 21model におけるサスペンションシステムの設計目標を挙げる。

- (1)部品を共通化することで、だれでも簡単に組み立てできるサスペンションシステム
- (2)剛性向上

◆ 21model のパーツコンセプトの繋がり、目標や狙い

「ドライバーの扱いやすいマシン」というチームコンセプトに対し、限界性能の向上を目標とし、達成を図ろうと考えた。まず、スプリングレートを前年比で下げることでメカニカルグリップの向上を図った。スプリングレートを下げたことにより増大すると考えられるロール角に関してはスタビライザーによってロール剛性を補うことで、エアロデバイス等が地面と干渉しない最低限の剛性を確保した。また、18model の設計手法を参考にし、ホイール位置でバンプ側 25mm、リバウンド側 25mm 間での入力変化を最小限に抑えるためモーションレシオに重視してベルクランクや細かいレイアウトの設計を進めた。入力変化が最小限に抑えられることにより、限界時の唐突な挙動変化を少なくしようと考えた。以上の性能的な目標以外にも、部品の種類を減らし各部に共有のカラーを使用することにより整備性の向上という目標を立てた。

◆ 20model の仕様等

(1)サスペンション

フロントとリアのサスペンションのモデルを以下に示す。また、19model と 21model の設計値の比較を以下の表に示す。

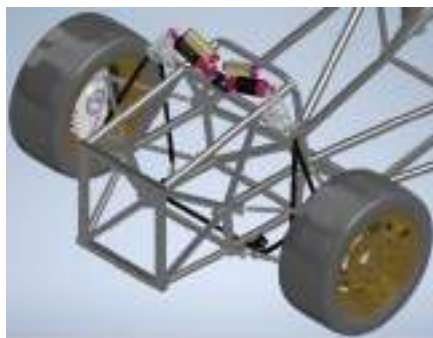


図 2.3.2.1 フロントサスペンションのモデル



図 2.3.2.2 リアサスペンションのモデル

表 2.3.2.1 19model と 21model の設計値の比較 (フロント)

Front	19model	21model
ばね上固有振動数[Hz]	4.0	3.0
レバー比	0.922	0.92
スプリングレート[N/m]	48.8×10^3	24.6×10^3
ホイールレート[N/m]	35.6×10^3	18.6×10^3

表 2.3.2.2 19model と 21model の設計値の比較 (リア)

Rear	19model	21model
ばね上固有振動数[Hz]	4.0	3.0
レバー比	1.0	0.83
スプリングレート[N/m]	55.1×10^3	45.3×10^3
ホイールレート[N/m]	39.1×10^3	21.3×10^3

限界性能を高めるため、ばね上固有振動数を 4.0Hz から 3.0Hz に変更し、スプリングレートを下げることでメカニカルグリップの増加を狙った。そのためスプリングレートをフロント 24.6N/m、リア 45.3N/m に変更した。安定した車両挙動を実現するため、路面からの入力変化を限りなく一定変化にするため、過去の設計手法を参考にした。ダンパー伸縮量/ホイール移動量の式で求めた値をモーションレシオと定義し、その値の変化が最小限になるようにサスペンションレイアウトを決定した。また、21model ではモーションレシオを計算式のレバー比に当たる値に使用し設計を行った。以下に 0G 状態を基準とし、バンプ側 25mm、リバウンド側 25mm 間での入力量の変化を 19model、21model で比較した。

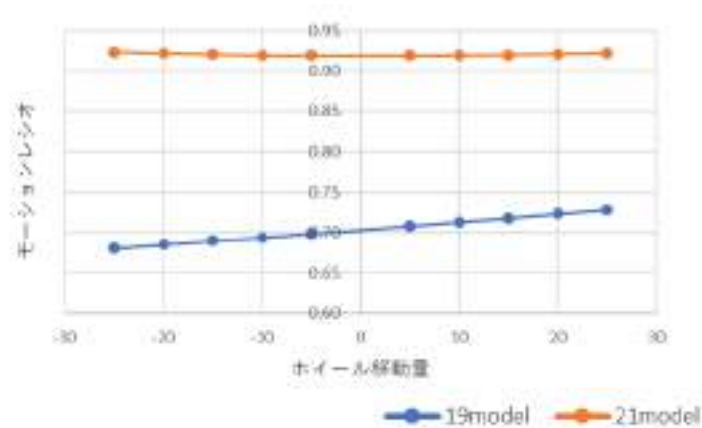


図 2.3.2.3 19model、21model モーションレシオ比較 (フロント)

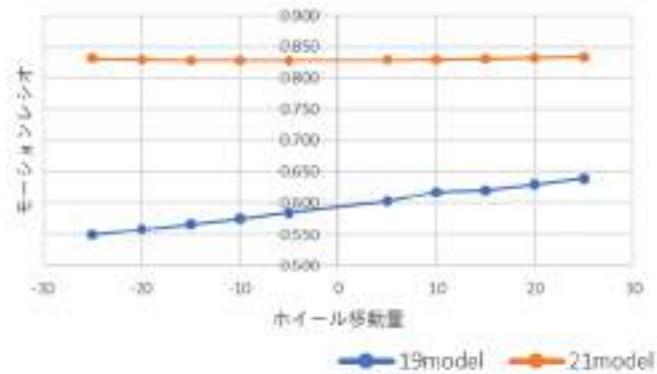


図 2.3.2.4 19model、21model モーションレシオ比較 (リア)

19model の場合、モーションレシオが前後ともに設計値とは異なる値であった。また、ホールストロークによりレシオ変化が起こっている、ダンパーへの入力量変化が起こってしまう。また、レバー比が変化していると考えられるため、ホイールレート変化が起こっていると考えられる。21model ではその変化を最小限に抑えることで安定した挙動を実現し、ドライバーの扱いやすいマシンになるといえる。

今年度、前後のサスペンションの設計を統一化するためにカラーの種類を前後ともに共通化した。この結果、19model では前後合わせて 13 種のカラーがあったが、21model では 7 種類にまとめることができた。これにより組付けの際にカラーの判別がしやすくなった。

(2)スタビライザー

スプリングレートを下げたことによりロール剛性が低下したため、それを補うためにスタビライザーを搭載した。前後の穴位置を対応した組み合わせにすることで全体のロール剛性を大きく変更せず、配分を変更することができる仕様とした。以下にスタビライザーの仕様表を示す。

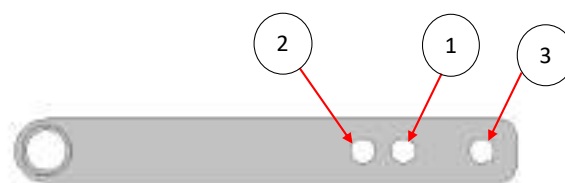


図 2.3.2.5 フロントスタビライザー穴位置

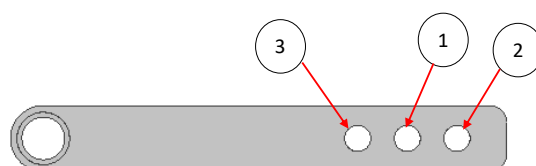


図 2.3.2.6 リアスタビライザー穴位置

表 2.3.2.3 スタビライザー仕様表

パターン1	フロント	リア
穴位置[mm]	114	110
スタビライザーバネレート[N/m]	44261	43217
ロール剛性[N・m/rad]	54923	
ロール剛性配分	0.470 : 0.530	
目標タイム時のロール角[deg]	0.849	

パターン2	フロント	リア
穴位置[mm]	101	125
スタビライザーバネレート[N/m]	56388	33467
ロール剛性[N・m/rad]	54963	
ロール剛性配分	0.525 : 0.475	
目標タイム時のロール角[deg]	0.848	

パターン3	フロント	リア
穴位置[mm]	139	95
スタビライザーバネレート[N/m]	29772	29772
ロール剛性[N・m/rad]	46633	
ロール剛性配分	0.467 : 0.533	
目標タイム時のロール角[deg]	0.849	

図 2.3.2.5 と図 2.3.2.6 に示した番号がパターン 1~3 に相当する穴位置である。スタビライザー トーションバーの軸から穴までの距離をスタビライザー仕様表では穴位置として示す。前後のロール剛性配分が 0.470:0.530 のパターン 1 を標準として使用していく。この配分は 19model の試走データから得られた配分であり、ドライバーの扱いやすい挙動を発揮できると判断した。パターン 2、3 は走行時のドライバーの意見を聞き調整するために設けた。

◆ まとめ

問題点であったパーツの種類が多さは前後で共有のカラー等を用いることによって 13 種類の削減ができた。しかし、一部パーツの剛性不足に関しては、設計者の勉強不足により計算方法のミスが多く、不安の残るものになってしまった。また、ストロークセンサーの使用方法和解析に対する理解ができておらず計測データを活かせていないため、解析する技術を身に付け設計に活かし、自動車工学や機械要素等の知識を深めることで次年度の車両設計を良いものにしていきたい。

II. ステアリング

◆ 21model の設計目標

- ① 機械要素見直しによるガタ（遊び）の低減
- ② 少ない工具数で整備できるステアリングシステム、整備の時間短縮

◆ 21model の設計詳細

19model のステアリングには機械要素に問題があり、試走を重ねるにつれガタが大きくなっていた。ガタが大きくなっていた原因にキーの強度が足りていなかったことと、ラックのすべり軸受のステアがボルトで締めつける際に変位してしまったため軸がずれてしまい、ラックやピニオンキーに余計な荷重がかかってしまったことの 2 点が考えられた。

キーの強度が足りていなかったことについてだが、19model ではピニオンギアが歯車とシャフトで分割できるようになっていた。シャフトの軸径が 10mm でキーの寸法が幅 3mm、高さ 3mm の長さ 8mm という寸法であった。この寸法で強度計算を行ってみると強度が低いことが分かった。そのため 21model では 20model で使用予定だったピニオンギアを使用し、ピニオンギアのガタを抑えることにした。以下図 2.3.2.5 に 19model のピニオンギアの比較モデルを示す。

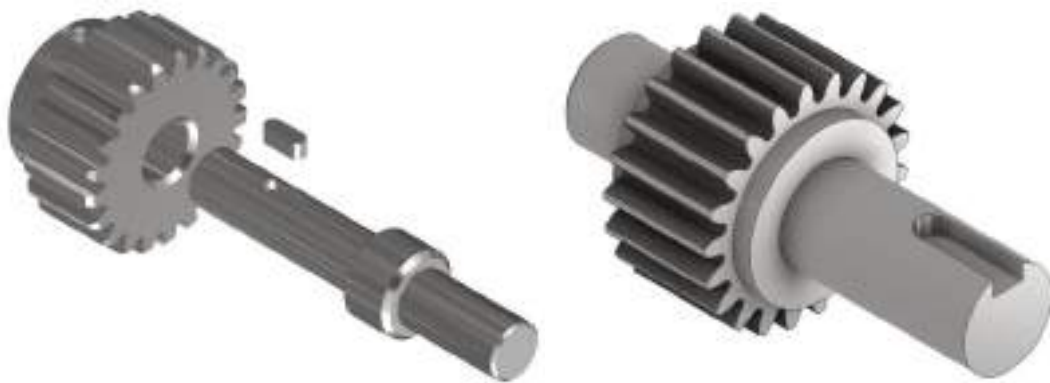


図 2.3.2.5 ピニオンギアの比較（左：19model 右：21model）

ラックに余計な荷重がかかっていたことに関してだが、19model ではラックとピニオンギアのギアボックスとスライド軸受のステアが別であったが、20model ではこれを一体にすることで改善した。以下図 2.3.2.6 に 19model と 20model のギアボックスとスライド軸受のモデルを示す。

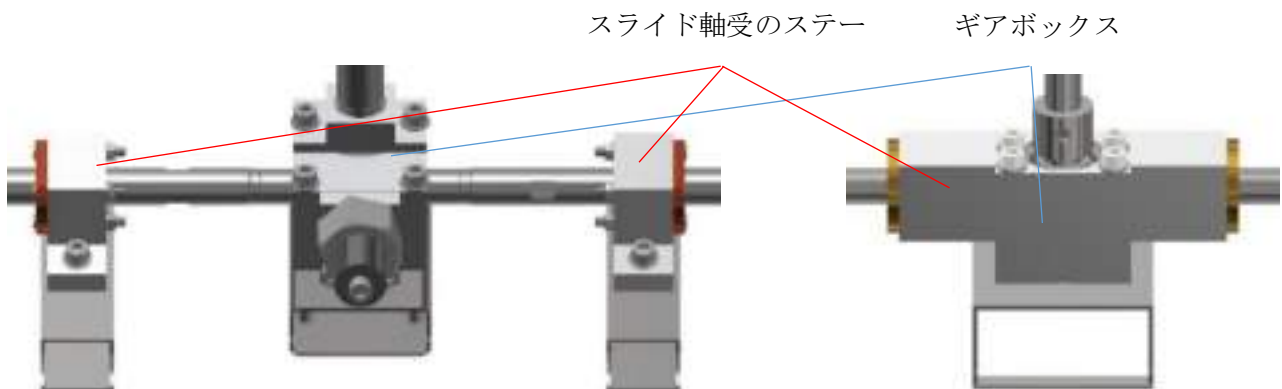


図 2.3.2.6 ギアボックス周りの比較（左：19model 右：20model）

21model では 20model の一体式のギアボックスは加工が難しい、ラックとピニオンの軸間距離が調節できないとの判断から、ギアボックスを計 5 つの分割式にし、整備性や清掃のしやすさの向上やラックとピニオンの軸間距離を調整できるようにした。

以下図 2.3.2.7 に 21model のギアボックスのモデルを示す。

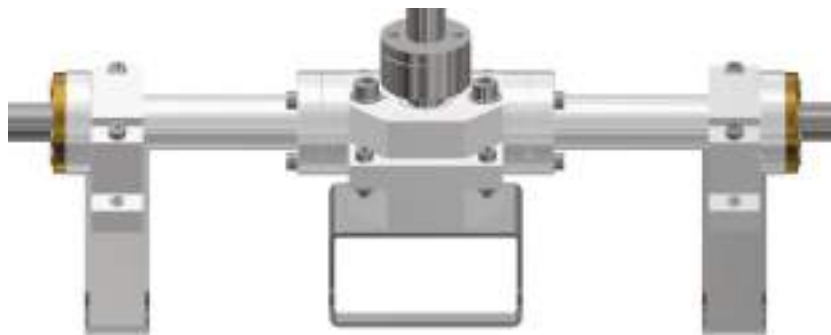


図 2.3.2.7 21model ギアボックス

◆ 評価結果

表 2.3.2.4 ステアリングの 19model と 20model 各パーツ重量比較を示す。

表 2.3.2.4 ステアリング各パーツ重量比較[g]

	20model	21model	差
ステアリングホイール ASSY	311.8	355.5	+43.7
ステアリングコラム ASSY	1722.5	1837.1	+114.6
ギアボックス ASSY	740.9	881.1	+140.2
ラック ASSY	683.4	683.4	0.0
タイロッド	587.4	587.4	0.0
ステアリングコラムステー	223.1	230.0	+6.9
ギアボックスステー	179.3	103.6	-75.7
ラックステー	-	220.4	+220.4
全体	4390.7	4898.5	+507.8

III. アーム

◆ 21model の設計目標

高剛性化による車両への影響の定量的把握

◆ 21model の設計詳細

19model では生産性の向上、パイプの小径化による設計自由度の向上、開き角の増加による前後力への高剛性化が達成された。そのため 21model では大きな設計変更は行わず、細かな点をブラッシュアップすることでより完成度の高いアームを目指した。そのために使用するベアリングの種類をロッドエンドベアリングからスフェリカルベアリングに変更し、19model ではアップライト側の締結点のみに使用されていたスフェリカルケースに圧入されたスフェリカルベアリングをフレーム側の締結点にも使用し、アームパイプとの溶接とすることでねじ部をなくし脆弱部をなくそうと考えた。

以下図 2.3.2.8 に 19model と 21model のフロントアームを示す。



図 2.3.2.8 フロントアームの比較（左：19model 右：21model）

ベアリングの変更にあたり、ベアリングの有効角度内でサスペンションの必要とするストローク量を満たす、かつ 19model で使用していたロッドエンドベアリングのラジアル方向への静定格荷重以上を参考とし最も軽量なものを選定した。これによりアッパーアームに使用するベアリングの穴径とねじのねじ径が 8mm から 6mm へ変更となった。ロアアームに関してはスフェリカルベアリングに変更しつつも 8mm のままとした。これはサスペンションジオメトリが変更されておらず流用が可能であることから、あえて径を変更せず車両検証と 21model ロアアームの製作を同時進行で行うことを狙ったためである。しかし、ロッドエンドベアリングからスフェリカルベアリングに変更したことでスフェリカルベアリングを圧入するスフェリカルケースがアームステアと干渉することが発覚した。これによってステアが□25×t1.6[mm]から□28×t1.2[mm]に変更になった。変更に際して、□25×t1.6[mm]での断面二次モーメントと同等以上を参考として設定した。

以下図 2.3.2.9 に干渉解析の結果を示す。干渉している部分を赤で示す。また、断面二次モーメントの比較を表 2.3.2.5 に示す。

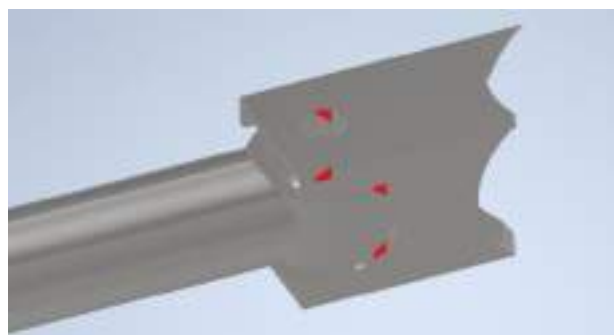


図 2.3.2.9 干渉解析結果

表 2.3.2.5 断面二次モーメント比較

19model	21model
13731.0[mm ⁴]	15429.9 [mm ⁴]

◆ 評価&比較

今回の変更にともない重量は 3876.0g から 3855.0g へ約 20g 軽量化、変位に関してはフロントロアアームにてブレーキングフォースを加えたとき 13.1%低減との結果となった。また、ロードエンドベアリングをスフェリカルベアリングに変更したことにより変位を抑えることができた。以上よりサスペンションが狙い通りの動きをすることでよりダンパーやジオメトリ等の設定を生かすことができ、結果的に車両コンセプトである「ドライバーの扱いやすいマシン」に近づいたと考えている。

2.3.3 パワートレイン

I. Drivetrain

◆ 20model の設計方針

(1) 19model の問題点

- ・整備や調整に時間がかかる

チェーンの張り調整やデファレンシャルギアのメンテナンスをするにあたり脱着に時間がかかっていた。

(2) 21model の設計目標

- ・整備性の向上

◆ 21model の設計詳細

21model の主な変更として、デフマウントステーを 19model のシム調整式からエキセンリックカラー調整式に変更した。従来はシムを数枚組み合わせることで調整しており時間がかかっていたが、21model ではカラーを偏心させ、チェーンを調整する方式をとった。決まった穴位置にピンを差し込み、調整する方式であるので調整幅に制限があるが調整にかかる時間を削減することが可能となった。また、デファレンシャルギアの脱着を用意できるようになり、整備が容易になった。

図 2.3.3.1 に 19model と 21model のデフマウントステーを示す。

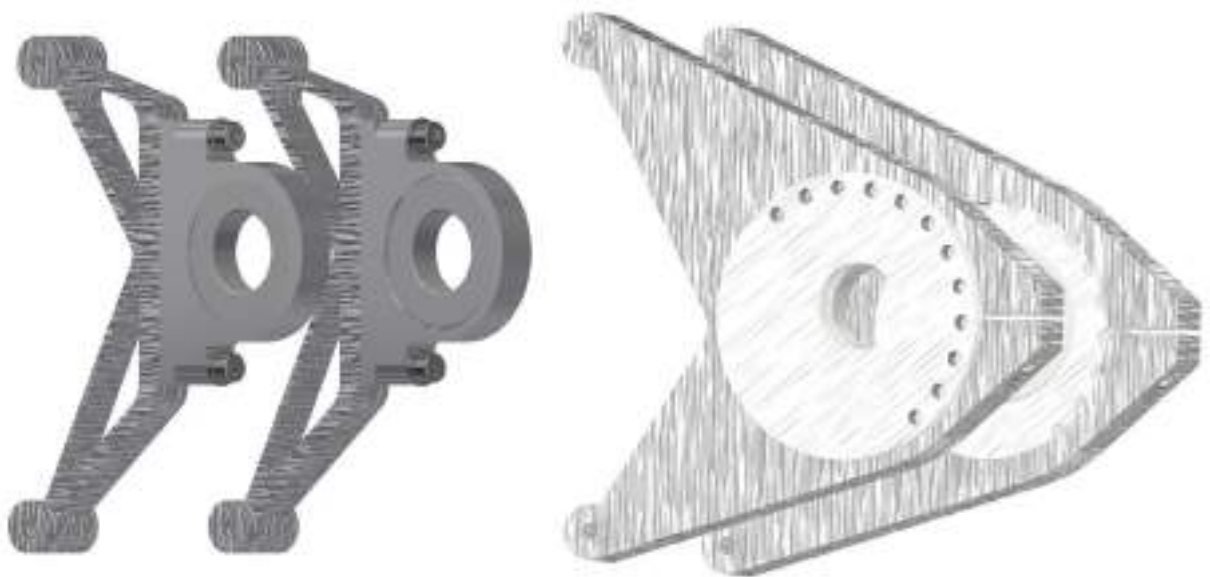


図 2.3.3.1 デフマウントステーの比較（左：19model 右：21model）

◆ まとめ、反省

21model のデフマウントステーは 19model のデフマウントステーと比較し、970.8g から 1641.7g と約 670g 重量が増加した。次はより軽いものを設計できるよう努力していきたい。

II. Electrical

◆ 20model の設計方針

(1) 19model の問題点

- ・絶縁の不足

締結箇所の絶縁が完璧にできていなかった。

- ・不適切な処理

コンタクトピンなどの圧着端子の処理が不適切であったため、大会で電装トラブルが起きてしまい走行不能となった。

- ・計器盤の配置

計器盤が一体でなくステーの位置が適切でなく、ドライバーからタコメーターが見えづかった。

(2) 21model の設計目標

- ・信頼性の向上
- ・配線の明瞭化とトラブルシューティングの容易化

◆ 21model の設計詳細

今年度は、以前より問題であった配線処理を解決し、カシメなどの処理も丁寧に行うことで信頼性向上を狙った。また、基盤を用いて集線装置とヒューズボックスを設置することにより配線を明瞭化しトラブルシューティングを容易にした。さらに各コンポーネントの配置を見直すことにより大幅に配線を短縮することができた。20model より行っている保護・絶縁処理は変わりなく熱収縮チューブとコルゲートチューブを用いた。また、バッテリーに関しては今年度からリチウムイオンバッテリーを採用したため約 2kg 程度軽量化に貢献した。

◆ 評価結果

20model で製作しなおした配線箇所では動作不良は発生しなかった。しかし、インストルメントパネルを一体化できず、予定していた位置に配置できなかったためにドライバーからの視認性は良くなかった。

また、カムポジションセンサが動作不良を起こしたため、ECU が正しく燃料噴射時期や点火時期を認識できなくなってしまった。他に、19model からの流用箇所でトラブルが生じていたが、該当箇所の処理が煩雑であったために修正が一朝一夕でできるものではなく断念せざるを得ない状況に陥った。

空中配線が非常に目立ち、配線に負荷がかかるような状況であったためにトラブルの元になりかねない配線であった。

◆ まとめ、反省

今年度は、信頼性の回復のために去年度の問題個所を制作しなおしたが、一方で流用箇所での問題が同時多発した。よって信頼回復の目標は達成することができなかった。また、コロナ禍によりインストルメントパネルも一体化することができなかった。21model では問題個所を改善できるように努める。

III. Pedal

◆ 21model の設計方針

(1) 19model の問題点

- ・ペダルの左右のがたつき

走行中にペダルが左右にガタつくことで、操作性が悪くなるだけでなく、ブレーキの前後バランスが崩れてしまう。

- ・ステアリング部品とドライバーの足の干渉

ペダルとステアリング類の部品との距離が近く、ドライバーが意図せずにペダルを踏んでしまう。

(2) 21model の設計目標

- ① ドライバー操作性の向上
- ② 軽量化

◆ 20model の仕様等

19model と 21model のペダルユニットを図 2.3.3.2 に示す。19model ではペダルとステアリング類の部品との距離が近く、ドライバーが意図せずにペダルを踏んでしまう問題があったため、21model ではドライバーの足の位置を約 50 mm 上昇させることにより、ステアリング部品との干渉を防ぐ。また、ドライバーの足の位置が上昇することに伴い、ドライバーの負担にならないように足置きを設置した。

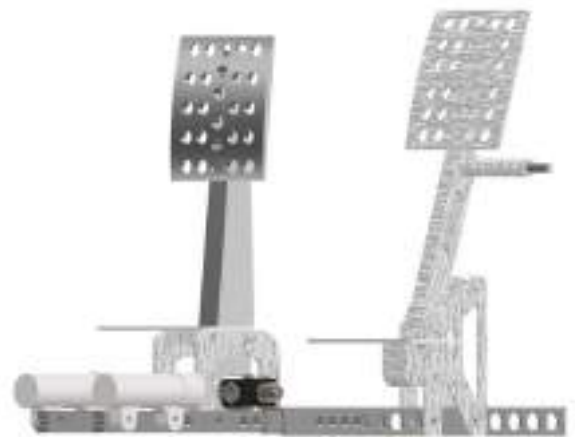


図 2.3.3.2 ペダルユニット (右 : 19model、左 : 21model)

21model ではブレーキペダルの初期角度を 19model よりも約 12 度起こすにより、ドライバーがブレーキを最大まで踏んだ時の負担を軽減する。図 2.3.3.3 に 19model と 20model のブレーキペダルの初期角度の比較を示す。

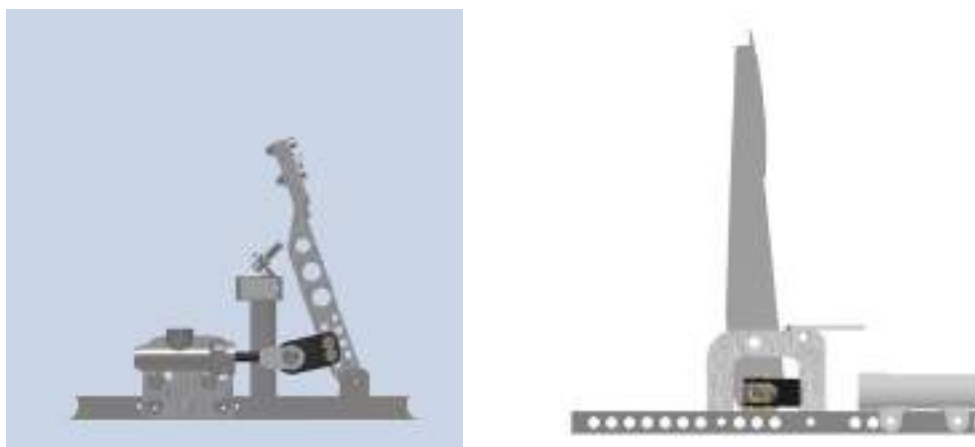


図 2.3.3.3 ブレーキペダルの初期位置（左：19model 右：21model）

ペダルの踏み板の形状を平型からかまぼこ型にすることで、ペダルの角度が変化してもドライバーのペダルの入力角度が一定になるようにした。また、コーナーの横 G によりドライバーの足が移動することがあり、対策としてペダルの横幅を大きくして足が横に移動してもしっかりと踏めるようにした。図 2.3.3.4 に 19model と 21model のペダルの踏み板を示す。

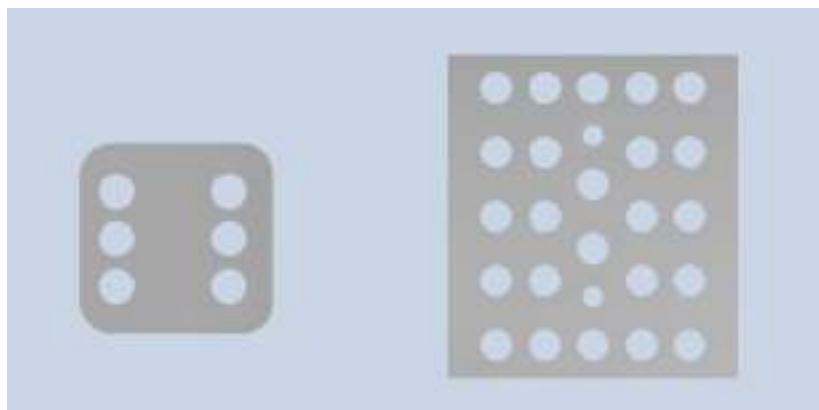


図 2.3.3.4 ペダルの踏み板（左：19model 右：21model）

21model ではドライバーの足のポジションの上昇により部品が大きくなってしまい、部品点数も増加した。そのため、19model と比べて大幅な重量増加を防ぐために軽量化も重視した。

19model と 21model のアクセルペダルステアを図 2.3.3.6、ブレーキペダルステアを図 2.3.3.7 に示す。20model のアクセルステアは 19model と比べて肉抜き穴を増加させたため、表 2.3.3.3 のように 146.9g（36.6%）の軽量化に成功した。ブレーキペダルステアは強度の関係で 20×20 から 30×20 の STKMR370 を使用した。その結果、表 2.3.3.4 のように重量は増加したが、増加量を 9.1g（2.2%）に抑えることが出来た。

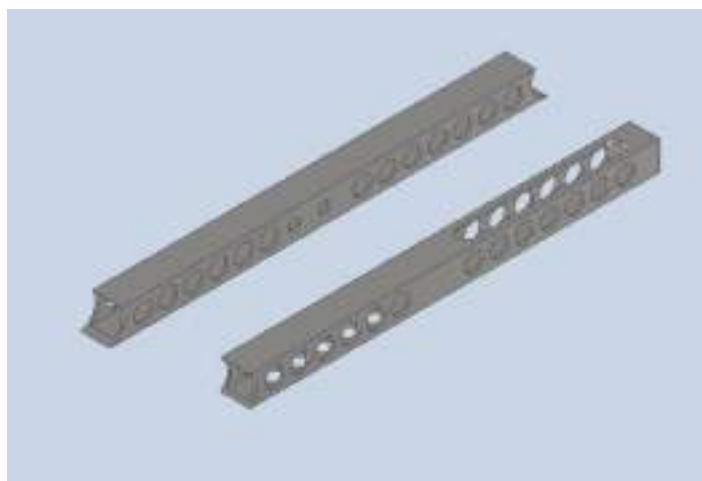


図 2.3.3.6 アクセルペダルステー（左：19model 右：20model）

表 2.3.3.3 アクセルペダルステー重量比較

	重量 (g)
19model	401.3
20model	254.3
差	-146.9(-36.6%)

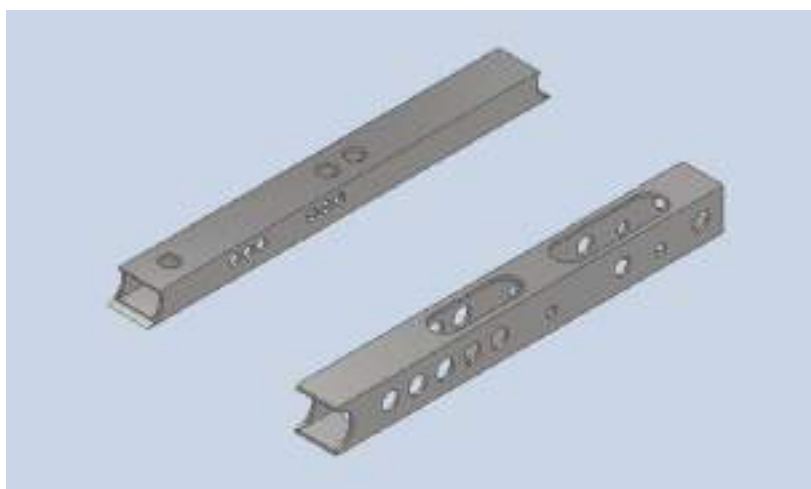


図 2.3.3.6 ブレーキペダルステー（左：19model 右：20model）

表 2.3.3.4 ブレーキペダルステー重量比較

	重量 (g)
19model	399.4
20model	408.5
差	+9.1(+2.2%)

ブレーキペダルは使用するアルミ合金を A7075 から A6061 に変更し、さらに形状を変更することで 33.4g の軽量化に成功した。19model と 20model のブレーキペダルを図 2.3.3.7 に、重量の比較を表 2.3.3.5 に示す。



図 2.3.3.7 ブレーキペダル (左 : 19model 右 : 20model)

表 2.3.3.5 ブレーキペダル重量比較

	重量 (g)
19model	195.5
20model	162.1
差	-33.4(-17.1%)

マスターシリンダーステーはペダルポジションの上昇により、パーツを約 60 mm高くする必要があった。19modelのマスターシリンダーステーはA5052のブロックから製作されていたが、20modelでは A5052 のアルミ板を 2 枚使用し、肉抜きをすることによって重量増加を抑えた。19model と 20model のマスターシリンダーステーを図 2.3.3.8 に、重量の比較を表 2.3.3.6 に示す。

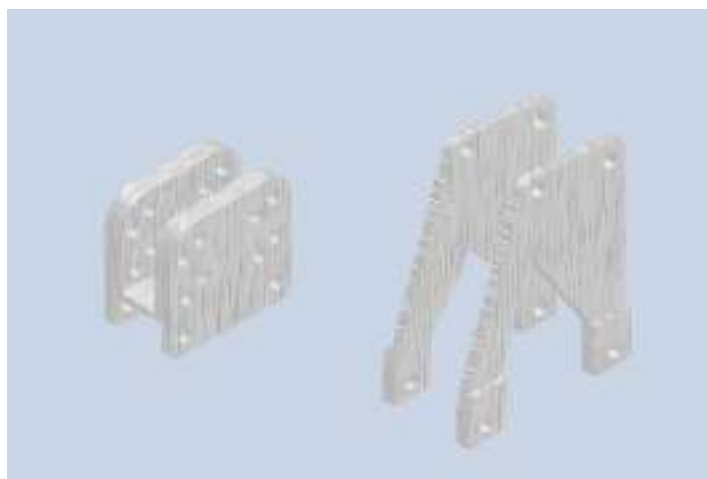


図 2.3.3.8 マスターシリンダーステー (左 : 19model 右 : 20model)

表 2.3.3.6 マスターシリンダーステアの重量比較

	重量 (g)
19model	226.9
20model (2 枚)	225.4
差	-1.5(-0.6%)

◆ まとめ

ドライバーの操作性の向上については、過去の車両に 20model のペダルユニットとジオメトリが同じものを搭載し、ドライバーから良い評価を得ることができた。少なくとも 19model より操作性は向上したと考えている。

ドライバーの足のポジションを上昇させることにより、ステアリング部品との干渉を無くしたが、ペダル全体が高く部品数も増加したことにより重量が増加した。21model では材料や形状の変更をして軽量化が出来るよう努める。

ペダルのがたつきについては軸受を滑り軸受から転がり軸受に変更したが、ペダルの左右のがたつきが発生してしまった。がたつきの主な発生源はペダルの回転軸部分なので、20model では回転軸周辺のパーツや取り付け方法の見直しを行うことでがたつきの問題を解消したい。

2.3.4 エアロデバイス

◆ 19model の問題点

- ・製作方法に問題があり重量がかさんでしまった。
- ・ダウンフォースの前後配分がタイヤ位置で考えられておらず、タイヤにかかる荷重がフロントの方が大きくなっていた。
- ・17model で製作されたフロントウィングが老朽化して走行ごとに修理が必要になるような状態だった。

◆ 21model のパーツコンセプト、目的や狙い

21model でのエアロダイナミクスのコンセプトはダウンフォースによる限界性能の向上である。スキッドパッドの目標タイムを実現するために必要なタイヤ横力を発生させるためには前後で 80N のダウンフォースが必要であることがタイヤデータよりわかった。昨年度のエアロデバイス目標通りの 200N のダウンフォースを発生させていたとすると、その合計は 280N となり、この値を 21model での目標ダウンフォース量とした。

ダウンフォースの前後配分は前後タイヤ位置を考えて決定する。前後重量配分の 47:53 に合わせると、ダウンフォースの前後ウィングへの配分はおよそ 44:56 となり、この配分を目標に設計した。この配分からフロントウィングに比べリアウィングを重量配分以上に強く効かせなければならないことがわかる。リアウィングは高さがフロントよりも確保できるが幅は狭く、位置もドライバーやメインフープブレース、ファイアーウォールの後方であり、走行風を活用しづらい。走行風を活かすためにはフロントウィングで空気をできる限り跳ね上げないことが重要である。このため、フロントウィングは跳ね上げを抑えること、リアウィングは抵抗が増えてもダウンフォース量を確保することを優先する方針で設計を行った。

サイドポンツーンは 19model を元に、ラジエーター後流がリアタイヤへ当たることを避けること

を主な目的として設計した。

◆ 21model の仕様等

○ 前後ウィング

図 2.3.4.1 の左が 19model、右が 21model のフロントウィングである。1 枚目は 19model に比べて迎え角が仰角側に振っており、地面とフラップの間で流速をより高めることができる。2 枚目は 1 枚目に対して角度が付いており下面から空気を引き抜きやすい組み合わせとなっている。内側に翼端板があるのは 2 枚目内側のみフラップ角度変更をできるようにするためである。

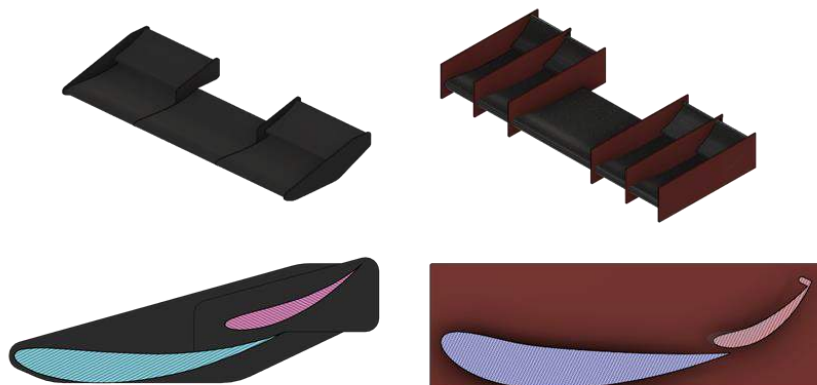


図 2.3.4.1 フロントウィング (左 : 19model 右 : 21model)

図 2.3.4.2 の左が 19model、右が 21model のリアウィングである。リアウィングはフロントウィングに比べフラップが立っているが、この角度も 19model よりも強くなり、全体としてのキャンバーが大きくなり、よりダウンフォースを得ようという方向性が強まっている。また、19model では 1 枚目と 2 枚目のフラップで主にダウンフォースを得ていたが、21model では主に 1 枚目のフラップでダウンフォースを得る設計にした。そのため、1 枚目の翼面積が 19model よりも大きくなっている。

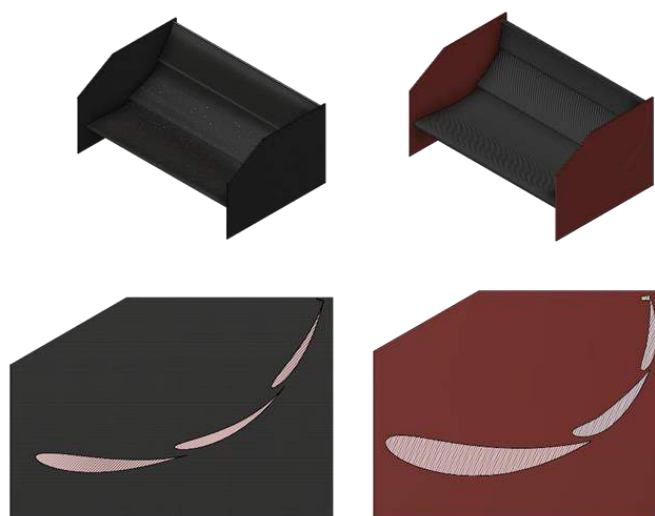


図 2.3.4.2 リアウィング (左 : 19model 右 : 21model)

また、フロントウィングリアウィング間の整流板も 19model に引き続き採用した。図 2.3.4.3 は 21model の整流板である。この整流板により、フロントのダウンフォースは削られるものの、フロントウィングの跳ね上げを抑えることができ、これによりリアウィングをより効かせることができると考えている。整流板なしでは、フロントのダウンフォースが 91N、リアウィングのダウンフォースが 95N だったが、整流板ありではフロント 82N、リア 103N となり、リアのダウンフォースが増え、リアよりの配分にできている。フロントウィングは地面効果もあり効かせることは比較的容易だが、リアウィングは様々な物体の影響を受けるためダウンフォースを得ることが難しく、フロントのダウンフォースが削られてもリアのダウンフォースを獲得することを選択した。



図 2.3.4.3 整流版

10model ではフロントウィング、リアウィング、整流板の 3 つにより合計 184N のダウンフォースを解析では得られることがわかったが、目標とした 280N には及ぶことができなかった。また、もう一つの目標であった前後配分については、フロント 82N、リア 103N で、前後配分 44 : 56 と、目標の配分にあわせることができた。

また、昨年重量がかさむ原因となってしまった製作方法には大きく手を加え、上下面を別で積層し、その後リブとスパーに接着する方法に変更した。これによって積層で余分な樹脂を使うこともなく、精度も向上する。また、スパーを CFRP とスタイロフォームで製作することで軽量化と高剛性化を図った。

○ サイドポンツーン

サイドポンツーンは 19model に多少の変更を施した形状とした。ポンツーンの無い状態で解析をかけると、リアタイヤとボディの間の空気が外から内へ角度が付いてながれており、それに合わせてラジエーターも外に傾け配置させた。そのためポンツーンも外から巻き込んで入ってくる空気をより獲得できるよう変更し前後長も短くした。19model ではラジエーター後流のタイヤへの影響を意識して後方を絞った形状にしたものの、それでもファンが働くと影響がみられたため絞りを少しきつく変更し、よりタイヤへの影響が少なくなるようにした。

○ フロントウィングステー

21model のフロントウィングステーにはフロントウィングの角度、高さの調節機構を持たせた設

計とした。目的は輪荷重をセッティングした際のフレームの傾きに対してフロントウィングを地面に水平に保たせるため、ダウンフォース量の調整のため、地面とフロントウィングの干渉がみられた場合、車高を上げるのではなくフロントウィングの高さを変更し干渉を避けることができるようにするためである。

高さ調整はフレーム側の取り付け点を長孔にすることで可能にし、細かい調整は自作のチェーンアジャスターのような部品で行う。角度の調整は左右の高さを変更することで行う。角度が変わってもステーは垂直を維持するため、フロントウィングとの取り付け点に角度が生じる。この点についてはボールジョイントを使用し角度が付いても問題の無いようにした。また、フロントウィングの角度が変わると取り付け点の左右の距離がコンマ数ミリではあるが短くなる。この点についてはフロントウィングステーを左右 2mm 程の間の任意の位置で固定可能にすることで対応した。21model のフロントウィングステーを図 2.3.4.4 に、調整機構を図 2.3.4.5 に示す。

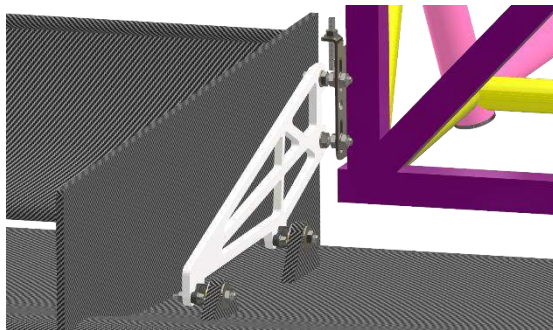


図 2.3.4.4 フロントウィングステー

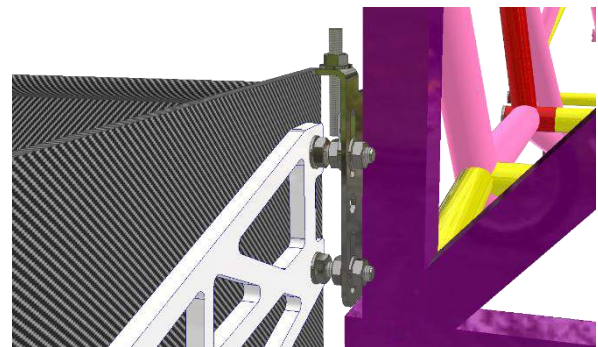


図 2.3.4.5 ウィング調整機構

○ リアウィングステー

リアウィングステーはリアウィングの効率強化を目的にスワンネック方式を採用した。片側 4 Ply のカーボンハニカムサンドイッチ板を使用し、80km/h での状態を想定した際の 800N のダウンフォース、120N のドラッグと 60N の横荷重に耐えられるよう設計した。CFRP の強度は 2000MPa として考えている。変位も前後上下ともにおよそ 1mm、左右にはおよそ 3mm に抑えられ、十分許容範囲内であるといえる。リアウィングステーのモデルを図 2.3.4.6 に、リアウィングステーの解析結果を図 2.3.4.7 に示す。

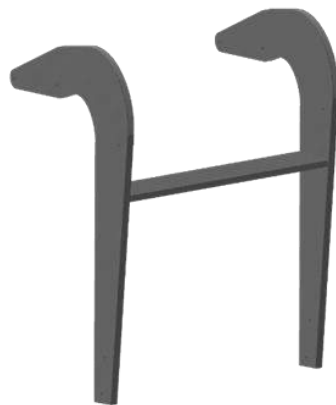


図 2.3.4.6 リアウィングステー

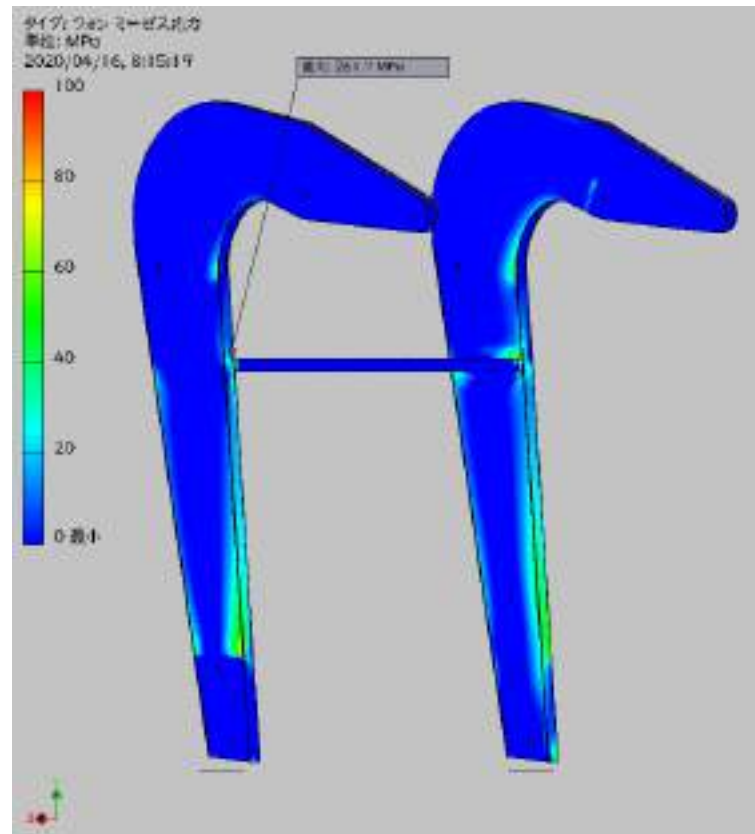


図 2.3.4.7 リアウィングステーの解析結果

◆ まとめ、反省

合計 185N のダウンフォースを解析値で得ることができ、前後配分も適正化できたが、目標としたダウンフォース量の 280N には及ぶことができなかった。フロントとリアの両立がとても難しく、今後も課題となるだろう。今年度は設計も製作もそこまでリソースを割けない状況であったため採用を見送ったが、将来的にはアンダーパネル・ディフューザーの搭載も検討しなければならないかもしれない。ステー類はまだ試行の域を出ず、これから使用してみて、強度や剛性を再確認する必要がある。

3. 年間活動概要

3.1. 活動スケジュール

表 3.1.1 に今年度の実際のスケジュール、表 3.1.2 に予定と実際のスケジュールの比較を示す。

表 3.1.1 実際のスケジュール

2020 年 5 月	29 日	KIT-20model のチーム体制を解散 KIT-21model のチーム始動
6 月	5 日	学内での活動が再開
7 月	-	検証試走のための再設計期間
8 月	27 日	検証試走のための見極め
9 月	10~11 日	検証試走①
10 月	3 日 10 日	検証試走② 検証試走③
11 月	9 日 18~20 日	レギュレーション読み合わせ会 全体設計発表会(フェーズ①)
12 月	9~11 日 30 日	全体設計発表会(フェーズ②) 全体設計発表会(フェーズ③前半)
2021 年 1 月	5~6 日 -	全体設計発表会(フェーズ③後半) 車両製作期間
2 月	-	車両製作期間
3 月	12 日	等価構造計算書 (SES) 提出
4 月	-	車両製作期間
5 月	7 日	学内での活動が停止
6 月	2 日 5 日 15 日	コストレポート提出 学内での活動が再開 デザインレポート提出
7 月	30 日	車検、動的審査の中止が発表
8 月	18 日	静的審査辞退
9 月	17 日	KIT-21model のチーム体制を解散 KIT-22model のチーム始動

表 3.1.2 予定と実際のスケジュールの比較

年	2020									2021								
月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
予定	(5月16日) 試走				大会	(10月12日) 車両設計期間			(1月4日) 車両製作期間			(5月8日) 試走				大会		
実際	(5月29日) 解散	(6月5日) 学内での活動再開	検証試走のための再設計期		(8月27日) 検証試走のための見極め	(10日) 検証試走①	(11月10日) 車両設計期間			(1月13日) 車両製作期間						(8月18日) 大会辞退		

3.1.1. パッケージング・設計における振り返りと反省

第 17 回大会終了後、大会反省や昨年度の活動を振り返る現状分析を行った。第 17 回大会でエンデュランスリタイアとなった原因の究明を行うとともに、他大学の車両や大会タイム・順位を分析しベンチマークを設定した。また、KIT-19model の試走中にホイールを壊してしまい、設計で使用を予定していたホイールで車両データを探ることができなかったため、大会終了後にデータ取りの試走を行い、設計に活かすことができた。

反省としては、車両評価試走の準備に時間がかかってしまい、実施するのが遅れてしまった。そのため、車両設計期間に移行するのも遅れてしまった。この遅延が、製作期間に移行するのも遅れてしまった。よって、今後車両の完成度を高めていくためには、9 月以前から新チームへの準備を進め、9 月以降の動きをスムーズに進めるように引継ぎを行うことが必要である。

3.1.2. 製作における振り返りと反省

今年度は日記を毎日書くことで進捗管理を行った。記入内容は、当日の作業予定、当日の作業内容、当日の作業での気づきを書くことを徹底した。当日の作業が遅れれば、以降の予定の訂正も行った。これにより、作業中の注意点や気づいたことを書き残すことで、後輩への引継ぎをスムーズに行えるようにした。以下図 3.1.2.1 に日記を示す。

日付
作業予定
作業結果
気づいたこと

図 3.1.2.1 日記

3.2. チーム組織

図 3.2.1 に今年度の組織図を示す。

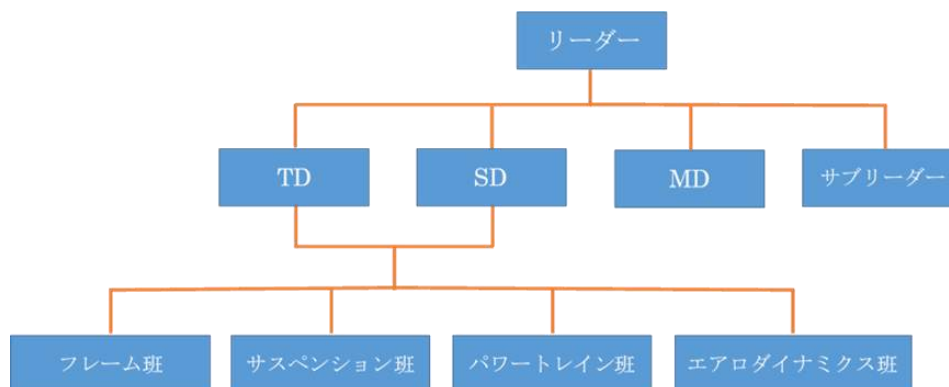


図 3.2.1 組織図

図 3.2.1 のように、今年度のチームにおける役職はリーダー、サブリーダー、TD(Technical Director)・SD(Static Director)・MD(Management Director)、各班の班長とした。リーダーはチームの日程管理や各種書類作成、他大学との交流を行い、サブリーダーはリーダーの補助を行った。TD は車両設計・製作において一切の決定権限を持ち、各パーツの設計が妥当かどうかを判断した。SD は静的審査競技において必要なコストレポートの管理を行った。MD は活動予算管理やチームの日程管理補助を行った。班長は各班のメンバーを統括した。表 3.2.2 に第 18 回大会出場予定の各メンバーを示す。

表 3.2.2 2021 年度 FMC メンバー表

学年	名前	役職	所属班	担当パーツ
技師	権谷 基	FA	-	-
M2 (4 人)	三宅 良太	-	サスペンション	ハブ
	広瀬 朝彦	-	フレーム	フレーム
	長谷川 友佑	-	サスペンション	アーム
	阿部 航輝	-	サスペンション	ショックアブソーバー &スタビライザー
M1 (4 人)	若林 俊亮	-	サスペンション エアロダイナミクス	アーム ファイアーウォール
	梅田 隼太郎	-	サスペンション	アップライト
	遠藤 将輝	-	パワートレイン	燃料タンク
	野中 大河	-	サスペンション	ショックアブソーバー &スタビライザー
B4 (2 人)	青木 侃汰		エアロダイナミクス パワートレイン	エアロデバイス 冷却
	成木 忠明		フレーム	フレーム
B3 (4 人)	大橋 竜真	SD	パワートレイン	ペダル
	高野 海陸	TD 班長	サスペンション	ショックアブソーバー &スタビライザー
	塚本 将太	-	パワートレイン	電装
	村田 雄紀	MD 班長	パワートレイン	駆動 シフター
B2 (6 人)	益田 優介	リーダー	サスペンション	ステアリング
	神谷 豪	-	パワートレイン エアロダイナミクス	燃料タンク ファイアーウォール
	豊田 晃正	-	パワートレイン	吸気
	平田 和暉	サブリーダー	サスペンション	アーム
	深沢 樂人	-	パワートレイン	排気
	宮原 諒也	-	フレーム	フレーム

表 3.2.2 よりメンバー数は 20 名、運営責任者の技師は FA(Faculty Adviser)として合計 21 名で活動した。

3.3. 活動目標

昨年度の目標順位は総合 16 位だった。17 回大会を振り返ると、上位校のトラブルもあったものの、エンデュランスを完走できていれば総合 20 位以内に入っていたということが分かった。そこで、昨年度達成できなかった目標を達成するため、19 回大会の目標順位を 18 回大会と同様の目標順位である 16 位とした。目標順位を達成するための得点と目標タイムを過去 5 回の大会結果から予想し決定した。各種目の目標順位、目標タイムを表 3.3.1 に示す。

表 3.3.1 今年度の各競技目標と昨年度結果

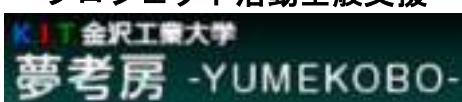
		今年度目標		昨年度結果		
種目		得点	タイム[s]	順位	得点	タイム[s]
静的競技	コスト	46/100	-	-	-	-
	デザイン	70/150	-	-	-	-
	プレゼンテーション	50/75	-	-	-	-
動的競技	アクセラレーション	70/100	4.35	-	-	-
	スキッドパッド	39/75	5.30	-	-	-
	オートクロス	99/120	59.50	-	-	-
	エンデュランス	183/275	1400	-	-	-
	効率	50/100	-	-	-	-
総合		607/1000	-	-	-	-

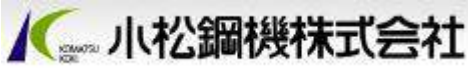
3.4. チーム運営における総括

昨年度のチーム運営方法をそのまま引き継ぐ形で今年度のチーム運営を行った。

21model のメンバーが始動したのが、5 月ごろで例年よりも早い始動であったが、試走のために車両の準備をやり直したことが原因で多くのデータを得ることができなかった。車両製作に関しても引継ぎが十分でなかったため、遅れてしまった。また、COVID-19 によって学内での活動が制限された際にやるべきことがきちんと行われているかが不透明であったため、車両完成の遅れに繋がったと考えられる。

5. スポンサー様一覧(順不同)

株式会社 ウエダ 〒594-0022 大阪府和泉市黒島町 3-1-71 TEL: 0725-45-2222 URL: http://www.kk-ueda.jp/	アクセル・クラッチワイヤー提供  株式会社 ウエダ
NTN 株式会社 〒550-0003 大阪府大阪市西区京町堀 1-3-17 TEL: 06-6443-5001 URL: http://www.ntn.co.jp/japan/	ドライブシャフト・ベアリング提供 
株式会社エフ・シー・シー 〒431-1394 静岡県浜松市細江町中川 7000-36 TEL: 053-523-2400 URL: http://www.fcc-net.co.jp	LSD 提供 
協和工業株式会社 〒474-0011 愛知県大府市横根町坊主山 1-31 TEL: 0562-47-1241 URL: http://www.kyowa-uj.com/	ユニバーサルジョイント提供 
金沢工業大学 夢考房 〒921-8501 石川県野々市市扇が丘 7-1 TEL: 076-248-1100 URL: http://www.kanazawa-it.ac.jp/yumekobo/	プロジェクト活動全般支援 
石原ラジエーター工業所 〒444-0914 愛知県岡崎市末広町 12-5 TEL 0564-21-4035 URL: http://www.ishihara-radiator.com/	ラジエーター提供・加工支援 
スズキ株式会社 〒432-8611 静岡県浜松市南区高塚町 300 TEL: 053-440-2061 URL: http://www.suzuki.co.jp/index.html	エンジンおよび部品、情報提供 
住友電装株式会社 〒510-0067 三重県四日市市浜田町 5 番 28 号 TEL: 059-354-6200 URL: http://www.sws.co.jp/	電装部品提供 
大同工業株式会社 〒922-8686 石川県加賀市熊坂町イ 197 番地 TEL : 0761-72-1234(代) URL: http://www.did-daido.co.jp/	チェーン提供 
株式会社 TAN-EI-SYA 〒934-8558 富山県射水市片口高場 1 番地 1 TEL : 0766-86-3311(代) URL: http://www.taneisya.co.jp/index.html	マグネシウムホイール支援 
株式会社 TAN-EI-SYA WHEEL SUPPLY 〒934-0035 富山県射水市新堀 34-5 TEL 0766-86-0117 http://www.tws-forged.com/	マグネシウムホイール支援 
株式会社トラップ 〒921-8805 石川県野々市市稲荷 2-75 TEL 076-294-3641 URL: http://www.tolap.jp/	技術支援 

梅花株式会社 〒435-0026 静岡県浜松市南区金折町 702 TEL: 053-427-1811 URL: http://www.cars-baika.com/	現地サポート 
ガレージ・ゴンイチ 〒929-0323 石川県河北郡津幡町津幡リ 14	タイヤ組み換え支援 
株式会社ミスミ 〒135-8458 東京都江東区東陽 2 丁目 4 番 43 号 TEL: 03-3647-7112 URL: http://www.misumi.co.jp/	各種製品提供 
日信工業株式会社 〒386-8505 長野県上田市国分 840 TEL: 0268-24-3111 URL: http://www.nissinkogyo.co.jp/	部品提供・情報提供  日信工業株式会社
株式会社深井製作所 〒326-0005 栃木県足利市大月町 465 番地 3 TEL: 0284-90-2820 URL: http://www.fukai.co.jp/	embrella®支援 
株式会社和光ケミカル 〒250-0875 神奈川県小田原市南鴨宮 1-1-1 TEL: 0465-48-2211 URL: https://www.wako-chemical.co.jp/	ケミカル類支援 
株式会社岡島パイプ製作所 〒477-0031 愛知県東海市太田町上浜田 58 番地 TEL: 0562-33-2135 URL: http://www.okajima-pipe.co.jp/	鋼管支援 
日本発条株式会社 〒236-0004 神奈川県横浜市金沢区福浦 3-10 TEL: 045-786-7531 URL: https://www.nhkspg.co.jp/	スプリング支援 
株式会社キノクニエンタープライズ 〒649-6252 和歌山県岩出市安上 204 TEL: 0736-62-6355 URL: https://www.kinokuni-e.com/index	燃料系パーツ支援 
株式会社丸開鉄工 〒923-0994 石川県小松市工業団地 1 丁目 86 TEL: 0761-21-3102 URL: http://www.marukai-tekkou.co.jp/	ハブ加工支援 
株式会社明宝ユニフォーム 〒920-0043 石川県金沢市長田 1-5-56 TEL: 076-223-3618 URL: http://mei-hoo.co.jp/	株式会社明宝ユニフォーム 
小松鋼機株式会社 〒923-8639 石川県小松市光町 20 番地 TEL: 0761-22-2051 URL: https://komatsukouki.co.jp/	フレーム加工支援 

ウエストレシングカーズ株式会社 〒513-0825 三重県鈴鹿市住吉町 5769-8 TEL: 059-379-0939 URL: http://west-racing.co.jp/	ブレーキパーツ提供 
株式会社ティエムシー 〒561-0842 大阪府豊中市今在家町 18-10 TEL: 059-379-0939 URL: https://www.rs-r.co.jp/company	ダンパー支援 
株式会社ザム・ジャパン 〒552-0016 大阪府大阪市港区三先 1-12-9 TEL: 06-6576-7521 URL: https://www.xam-japan.co.jp/gallery/	スプロケット支援 
プラスミュ 〒168-0081 東京都杉並区宮前 5-24-3 TEL: 03-3247-2355 URL: http://www.plus-myu.com/	フローティングピン支援 
BOLTON WORKS LLC. URL: https://www.boltonworks.com/	エンジン 3DCAD モデル提供 
OptimumG URL: https://optimumg.com/	ソフトウェア提供 
株式会社レゾニック・ジャパン 〒226-8510 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-3 東工大 YVP 内 W102 号室 TEL: 045-530-3780 URL: http://www.resonic.jp/	車両計測支援 
IPG Automotive 株式会社 〒105-0003 東京都港区西新橋 2 丁目 9-1 PMO 西新橋 9F URL: https://ipg-automotive.com/jp/	ソフトウェア提供 
有限会社茶谷鉄工所 〒924-0004 石川県白山市旭丘 3 丁目 7 番 TEL: 076-274-2001 URL: https://www.chadani-tekko.co.jp/	ステアリングパーツ提供  有限会社 茶谷鉄工所
株式会社ニフコ 〒239-8560 神奈川県横須賀市光の丘 5-3 URL: https://www.nifco.com/	プラスチックパーツ提供 
大和鋼管工業株式会社 〒329-1411 栃木県さくら市鷲宿 4530-1 TEL: 028-686-3581 URL: https://www.daiwast.co.jp/	鋼管提供 
有限会社 CAST 〒470-1112 愛知県豊明市新田町門先 5-2 TEL: 0562-92-8135 URL: https://lab-cast.com/	カーボンクロス提供 