

車両安全対策



FORMULA
SAE
JAPAN
2022

クルマ+ものづくりに
熱中する学生たち

FORMULA SAE JAPAN 2024

クルマ+ものづくりに
熱中する学生たち

2023
Winner

Kyoto Institute of Technology

2024.9.9 (MON) ~ 14 (SAT) Aichi Sky Expo (愛知国際展示場)

1 火災の未然防止 –

1.1 燃料系について

(1) 燃料ライン

(2) 燃料レール

(3) 燃料タンク

1.2 Eng破損について

(1) 潤滑不良

(2) 整備不良

2 ドライバー保護 –

2.1 ファイヤーウォールについて

3 その他注意事項 –

3.1 シェイクダウンについて

1.火災の未然防止：1.1-(1)燃料ライン(クランプ/ジョイント)

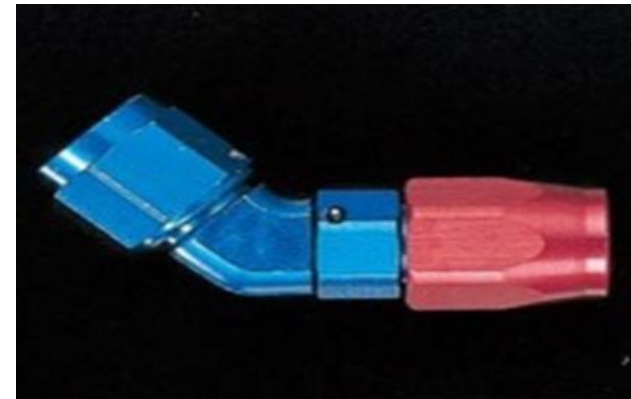
火災事故を起こさないためには、まず燃料を漏らさないこと
漏れやすいのは「継手」部で以下を推奨

IC.5.7.4適合
燃料ホースクランプ



クランプに緩み止めは不要です

IC.5.7.4 (IC.6.2.3)適合
ジョイント



IC.5.7.5不適合（使用できない）
燃料ホースクランプ



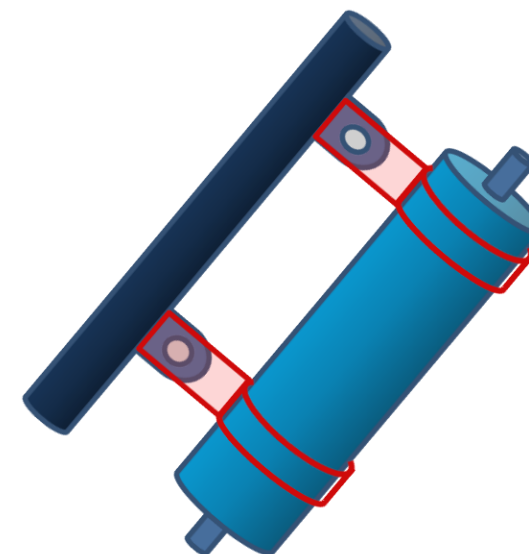
リターンなど圧力のかからない
ところには、使用可

※火災参考事例有⇒火災事例参照

1.火災の未然防止：1.1-(1)燃料ライン(燃料ポンプ)



燃料ポンプの固定が緩く振動すると
継手部からの燃料漏れを招く
クランプで確実な固定を推奨



燃料ポンプ等のクランプ例

1.火災の未然防止：1.1-(1)燃料ライン(漏れチェック)



洗淨



浸透



現像

染色浸透探傷試験用の現像剤を用いると僅かなしみも早期に発見できる。

本来は、主に金属のクラックを検出するもの。

洗淨（黄）＞浸透（赤）＞洗淨（黄）＞現像（水色）の順番に用いる。

クラックにしみ込んだ浸透剤を現像剤が吸い出し、傷の有無を確認する。

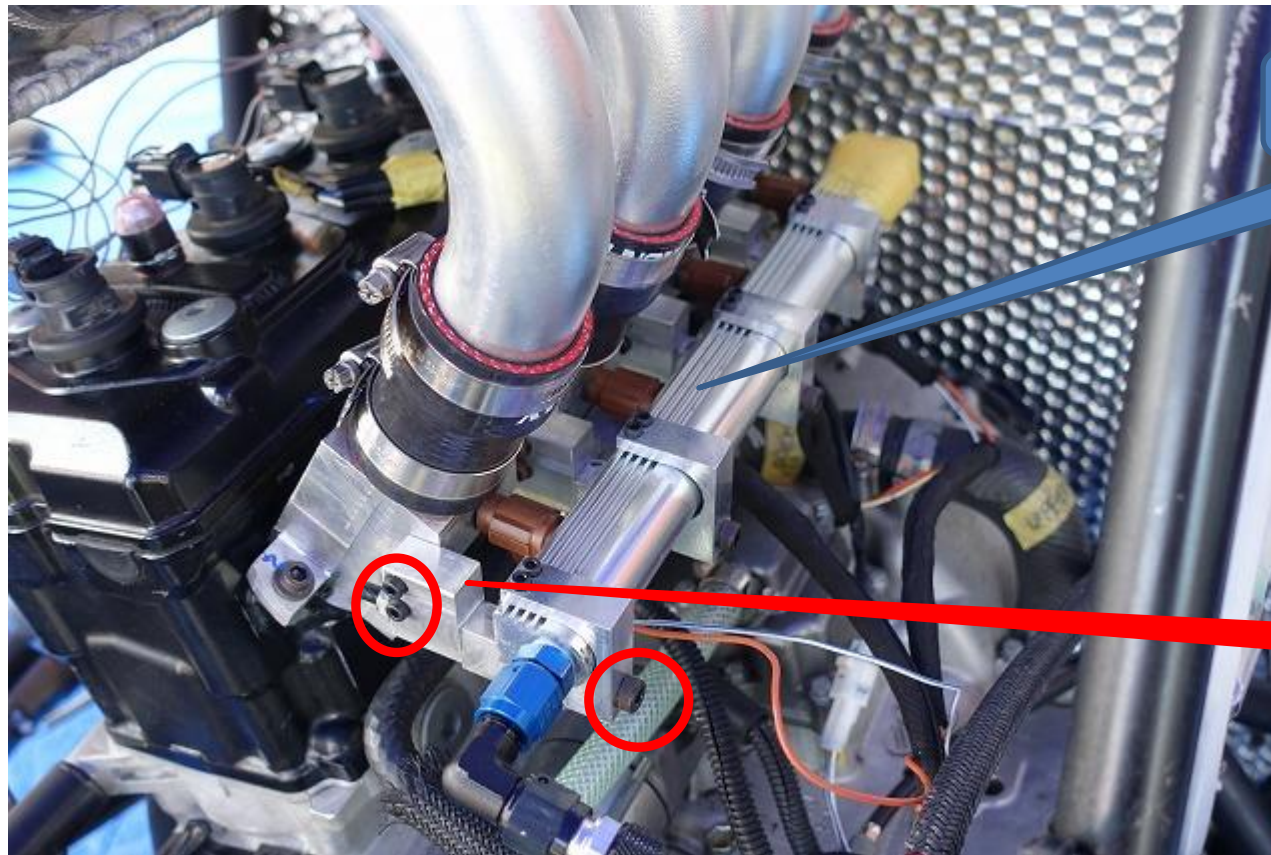
この現像液のみを使ってガソリン、オイル等のしみを発見することができる。

現像剤をあらかじめ、吹き付けておくことでわずかな漏れでも発見することができる。

1.火災の未然防止：1.1-(2)燃料レール

燃料レールが既製品であっても、締結先が自作部品の場合はシステムとして“自作”扱いとなり、クリティカルファスナー要件（T.8.2）が適用される。

※写真赤枠部

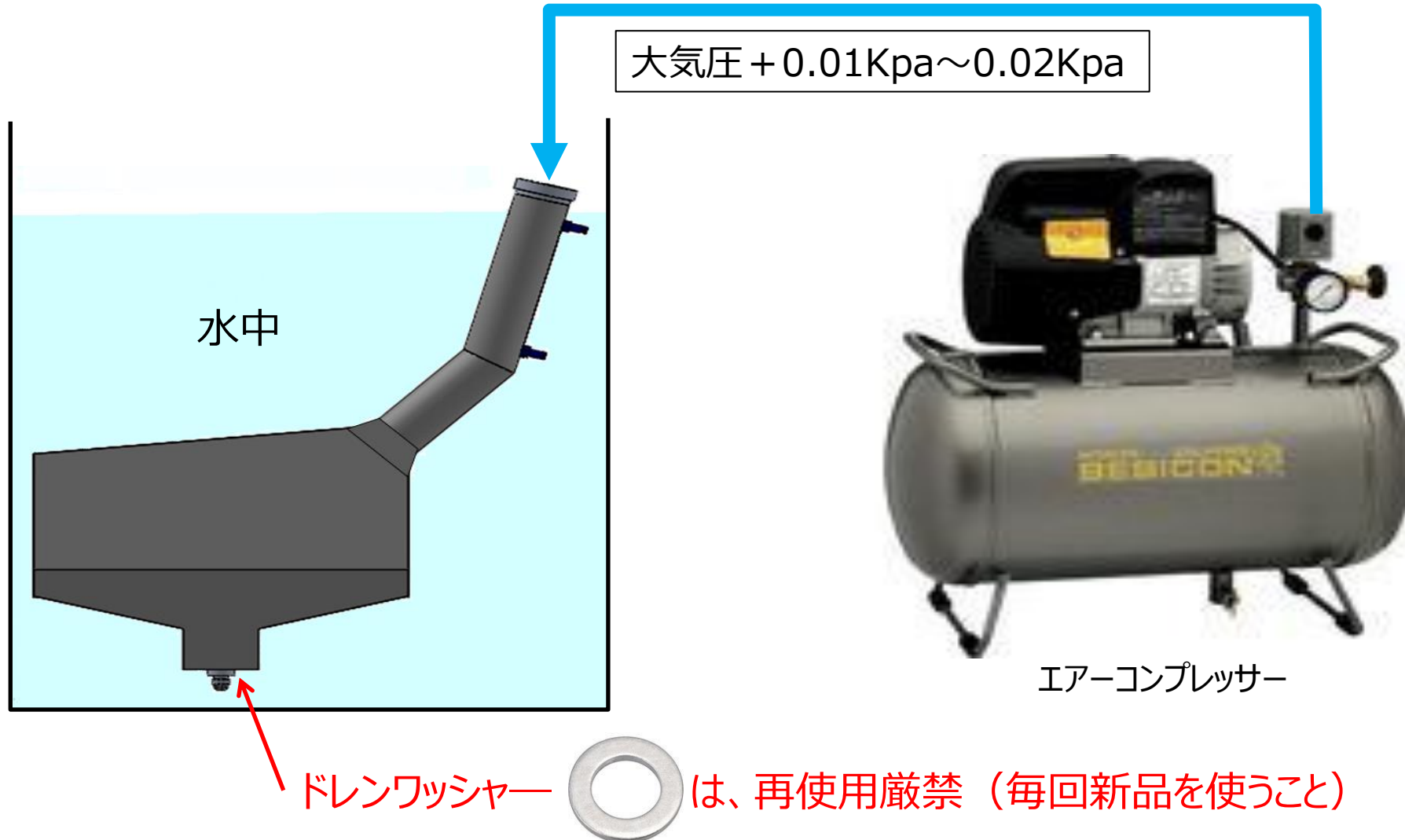


既製品の燃料レール

自作部品

1.火災の未然防止：1.1-(3)燃料タンク（気密確認）

燃料が漏れないよう適切な方法で「気密性」を確認すること。
製作に自信がなければ、外部に製作依頼しても良い。

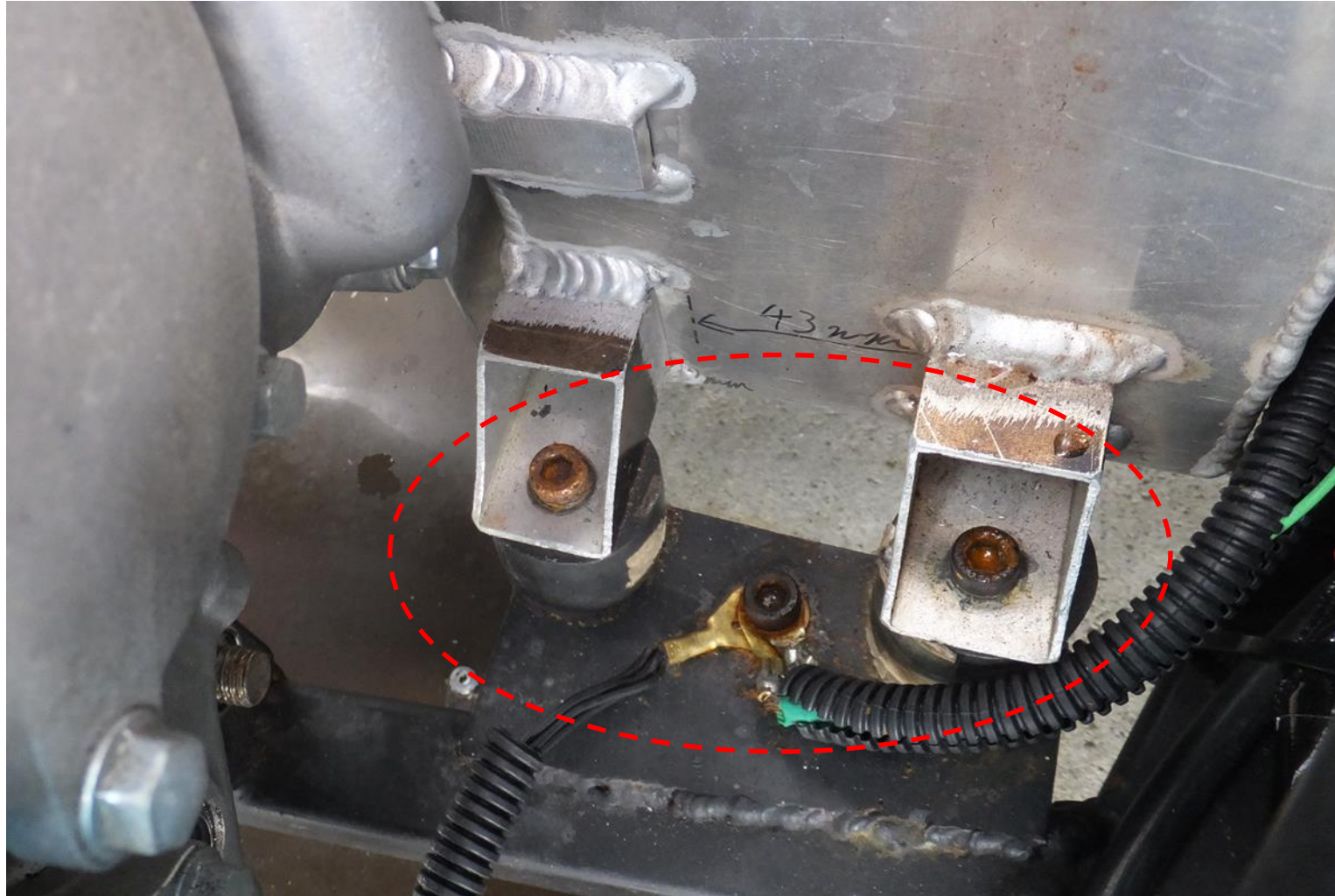


1.火災の未然防止：1.1-(3)燃料タンク（フレームとの固定）

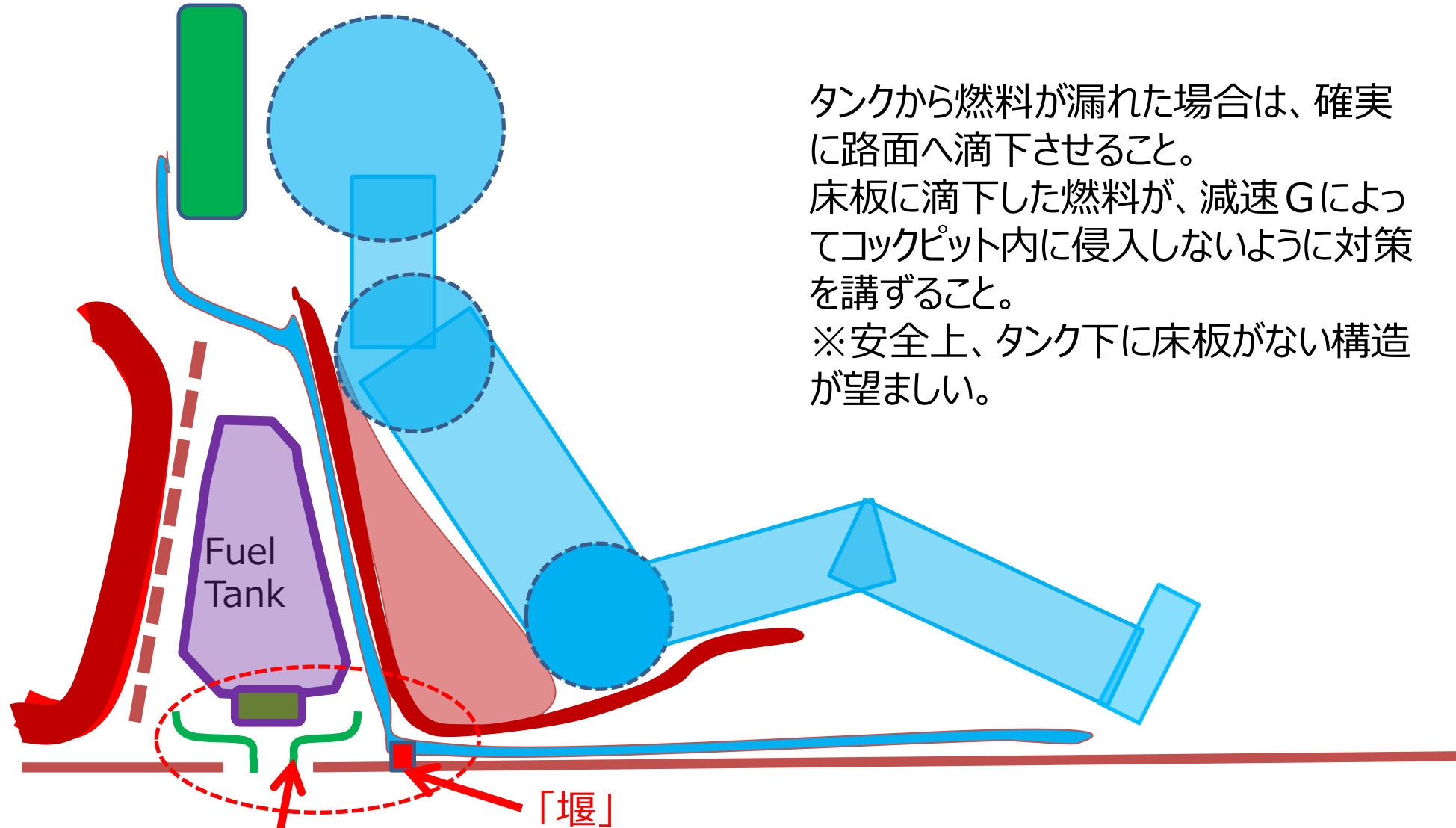
シャシーの荷重(ねじれ)をタンクが受けないように取り付けること（ゴムブッシュなどを入れることを推奨）

※取り付けボルトの軸トルク低下対策は、確実に行うこと。

IC.5.3.1 ブラケットが脆弱な場合、そこからクラックが入る可能性がある



1.火災の未然防止：1.1-(3)燃料タンク（ベリーパン）



タンクから燃料が漏れた場合は、確実に路面へ滴下させること。
床板に滴下した燃料が、減速Gによってコックピット内に侵入しないように対策を講ずること。
※安全上、タンク下に床板がない構造が望ましい。

床下が覆われる場合はD25mm穴2個以上のドレインを持つベリーパンを設置することが望ましい。床板に穴のみの場合は「堰」等でコックピットへの流入を防止。

1.火災の未然防止：1.1-(3)燃料タンク（排気管との距離）

熱源およびドライバーが接触する可能性のあるパネルとの間には、以下の3つの全ての対応が必要（T.1.6.3）

- a.伝導対策：熱源とパネルが接触しない、または8mm以上の断熱材をはさむこと
- b.対流対策：25mm以上のエアギャップを設けること
- c.放射対策：0.4mm以上の金属遮熱板をはさむこと、または伝導対策をした上で熱反射シートを貼ること

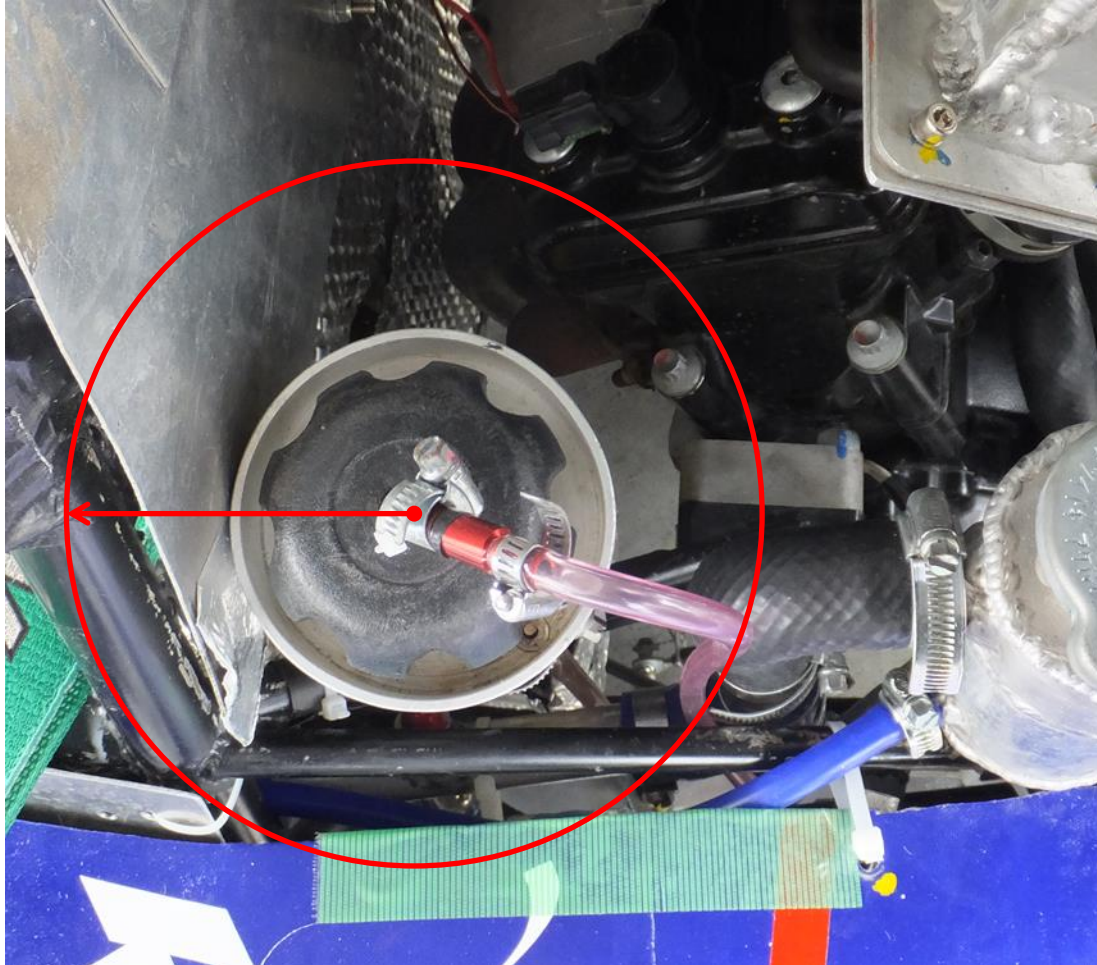


1.1 火災の未然防止：1.1-(3)燃料タンク（給油口位置）

給油時、こぼれた燃料に引火しないよう、給油口の周辺に発火源がないこと。

IC.5.2.1

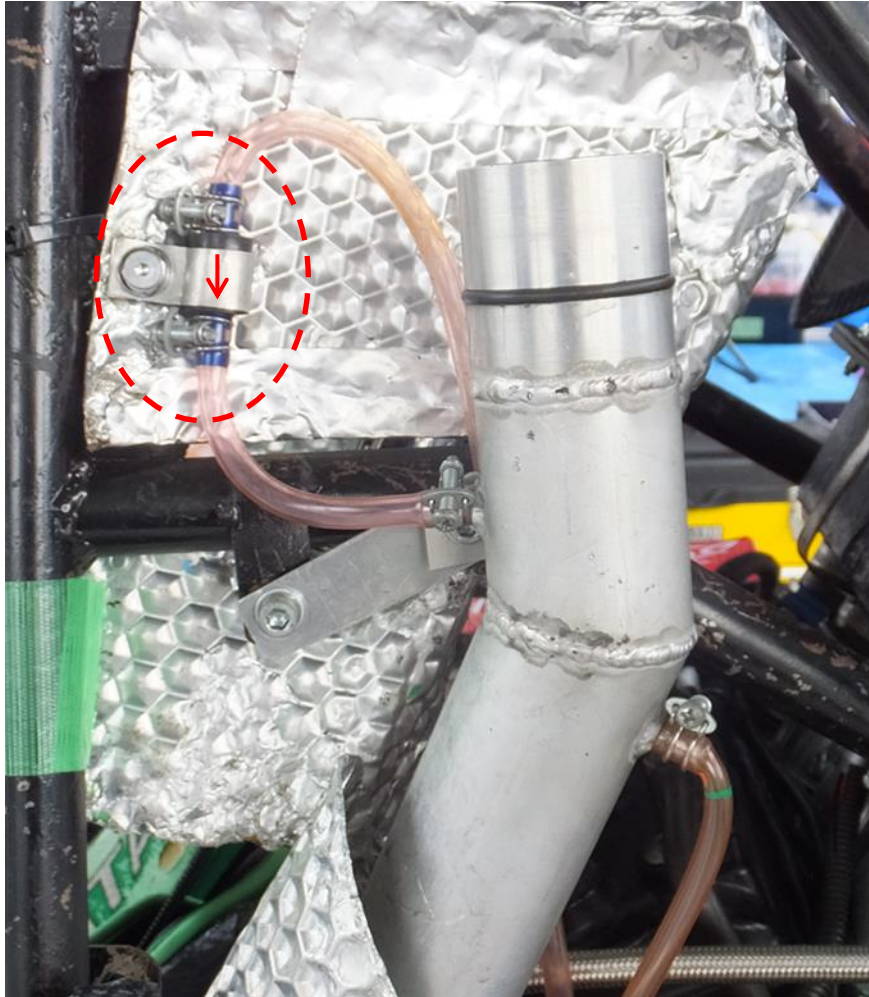
※概ね、赤円の範囲



1. 火災の未然防止：1.1-(3)燃料タンク（通気孔/チューブ）

ー通気口(逆止弁)の使用方法ー

- ・垂直方向に確実に固定する
- ・向きに注意する
- ・チューブはフレーム下まで垂らす



ー(サイト)チューブー

耐ガソリン性が証明されたものを使うこと



<⚠ 使用上の注意 >

- 使用液体：軽油、灯油、重油、一般作動油
(有機溶剤、ガソリン、食用油には使用できません。)
- 使用雰囲気温度：-20～60℃
- 常用使用圧力 (23℃)：1kgf/cm² (0.1MPa) 以下で

1. 火災の未然防止 : 1.2 エンジン破損



大会における火災事例の大半が、実はエンジン破損に起因した大量のオイル飛散からの発火です。

コンロッドが脚を出してブロックを破損するには

- ①潤滑不良から焼き付き
- ②整備不良からコンロッド外れ……の大きく2 要因あります。

1.2 火災の未然防止：1.2-(1)潤滑不良



油圧警報ランプ



油圧センサー

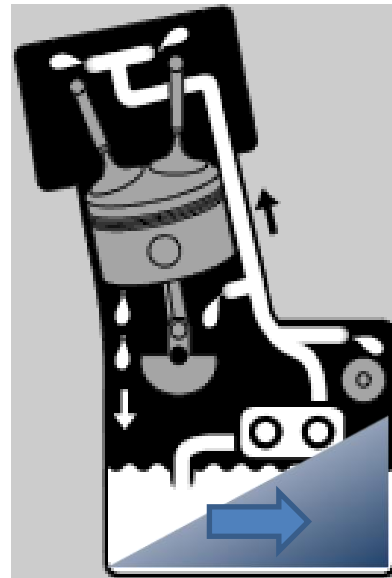
・潤滑不良の対応として、油圧低下が確認できる手段を備える。

・油圧警告灯を頼らず走行前には、オイルの量だけでなく「**状態**」も確認すること。
過去大会において、水混入と思われる「乳化」状態のエンジンオイルが散見された。

1. 火災の未然防止：1.2-(1)潤滑不良

横Gに対するケア ⇒ 例：ドライサンプ化

ウェットサンプ方式



こちらがウェットサンプ方式。
エンジンの中だけで循環する

ドライサンプ方式



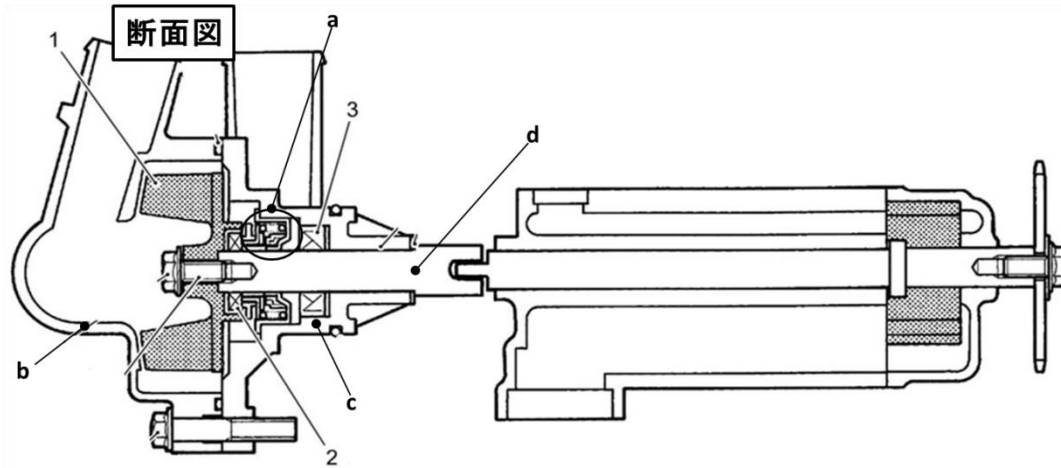
YAMAHA HP より

- ・横G対策としてドライサンプを採用する場合、以下注意のこと。
- ①：十分な量のエンジンオイルを入れる。（少なくとも規定量の2～3倍）
- ②：エア吸い込み対策 ⇒ 泡状化しオーバーフロー ⇒ 路面滴下
- ③：オイルの温度のコントロール(オイルクーラーの設置)
など

1.火災の未然防止：1.2-(1)潤滑不良（オイルへの水混入）

水が混入し「乳化」状態に変質したオイルが噴出した事例が多かった。

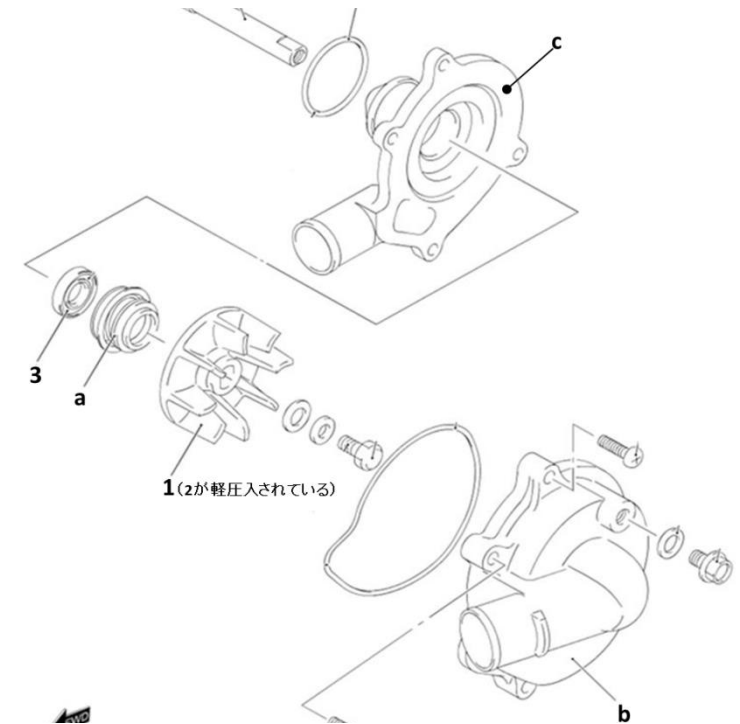
① Water/Pump軸受け部からの水漏れ



水内異物発生⇒その状態でエンジン始動⇒
シール異物噛み込み⇒シール摩耗⇒水漏れ
※シールも定期的に交換すること

② オーバーヒートによる水漏れ

オーバーヒート⇒熱歪み⇒水漏れ



- 1.W/Pインペラー
- 2.メカシール（フローティングシート）
- a.メカシール（シールリング+スプリング+ハウジング）
- 3.オイルシール
- b.W/Pカバー
- c.W/Pボディー
- d.W/Pシャフト

1. 火災の未然防止：1.2-(2)整備不良

エンジンを分解整備したとき

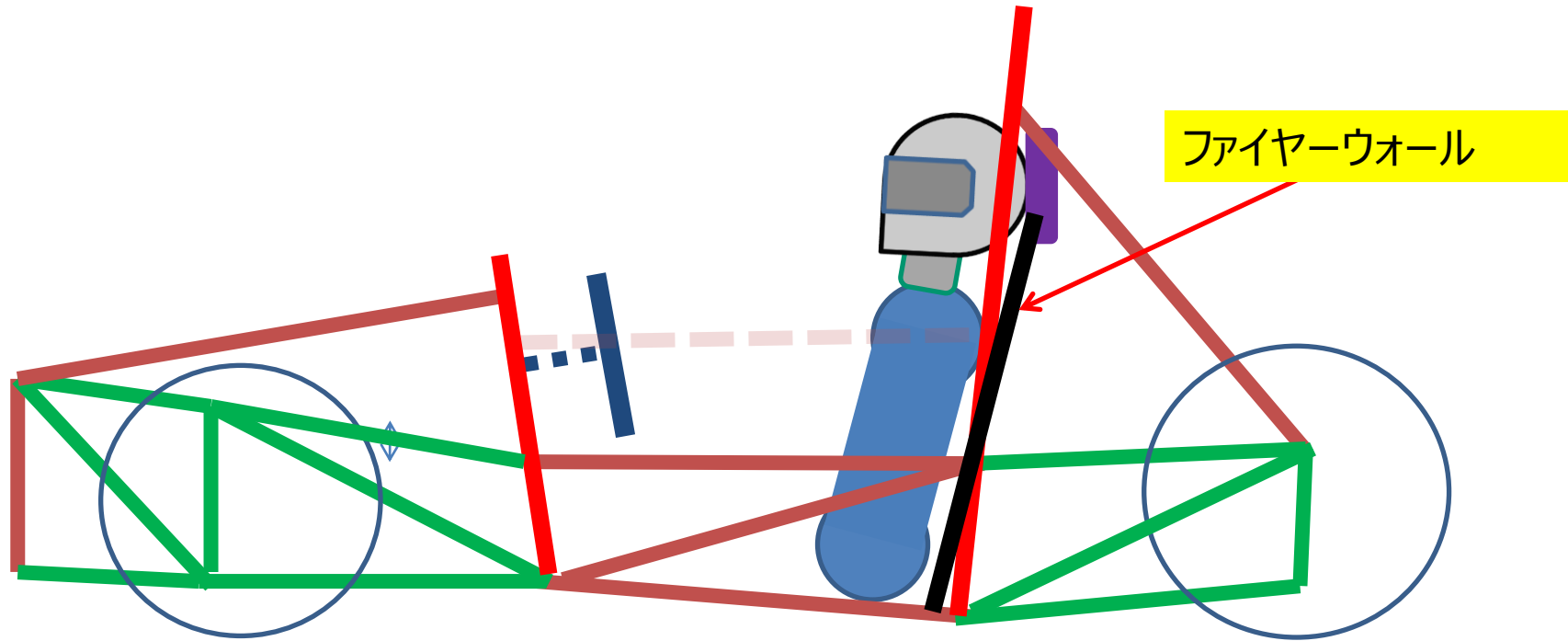
再組み立ては、正しい手順で確実に行うこと

- ・ボルトの締め忘れ
- ・締め付けトルク不足 が無いようダブルチェックを実施

2016大会においてコンロッドの足だしが発生しています。
⇒火災に至らなかったのは幸い



2. ドライバー保護：2.1 ファイヤーウォール



「あらゆる熱源」からドライバーを守ること。 (T.1.8.1)

※熱源の温度に応じた材料で構築すること

火炎など高温への対応は、

板厚 アルミなら $t0.7\text{mm}$ 鉄板なら $t0.5\text{mm}$ 以上を推奨

※深井製作所 ハニカム型エンボス "embrella"の場合、

- ・複層品、単層品 (1mm) : 耐火基準への適応確認済み、無条件で使用可。

- ・単層品 (0.5mm、0.3mm) : チームによる耐火証明を求める

ファイヤーウォールは、隙間なく製作すること

2.ドライバー保護：2.1ファイヤーウォール

製作事例(隙間なく)



・ファイヤーウォールは、隙間なく作る。（ハーネスは、グロメットを用いて通す）

以下手順で慎重に行う

- ①燃料を入れ、タンク&燃料ラインからの漏れを確認！
- ②静止状態でエンジンを回し、燃料、オイル&水の漏れを何度も確認！
- ③走行は徐々に速度を上げて試走！
- ④加速、旋回、停止で、サス&ブレーキ確認！！
- ⑤走行後にも漏れを確認！

※シェイクダウン証明は、早めに提出のこと

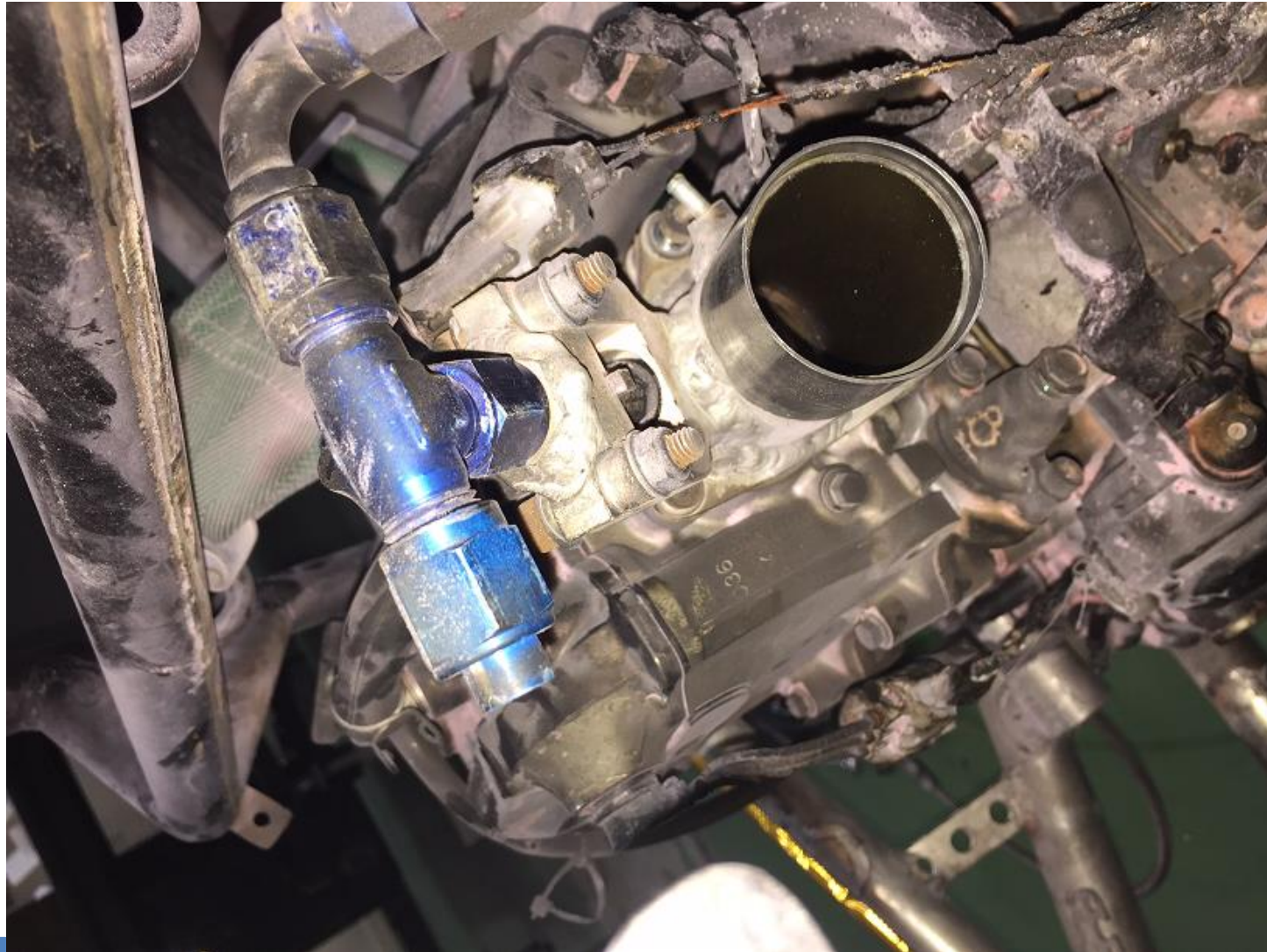
- ・要点を守り、安全な車両を製作してください。
- ・車両を早く完成させ、入念なチェックを行い大会に出場してください。
- ・無理な大会出場は事故を誘発し、大会そのものや 他チームへ迷惑を掛ける事になります。

技術車検に一回で合格して、動的競技を存分に楽しむことを願っています。

以下参考資料

火災事例（上位入賞経験のあるチーム）

燃料ライン（ジョイント部）からの燃料漏れにより火災発生。
炎はドライバーまで達したが、レーシングスーツに守られ、皮膚が少し赤くなった程度で済んだ。
直接的な原因は、ジョイント部の締め付け不良と推測される。



参考：ドライバーは、以下要件で保護されている。（ファイアーウォール）

T.1.6 通常の乗車姿勢でドライバーが着座した時、表面温度が60 °C以上になる可能性のある金属または他の部材にドライバーを接触させないため、十分な断熱材が使用されなくてはならない。

断熱材は、コックピットの外側にあってもよく、ドライバーシートまたはファイアーウォールに合体されていてもよい。

設計では、排気管またはクーラントのホース/パイプのような熱源と、シートや床のようにドライバーが接触するパネルとの間での3タイプの熱伝導、つまり熱伝導性、対流、放熱への対処の証拠を示さなければならない。

a. 下記による熱伝隔離：

- i . 熱源とパネルの間で直接接触しない
- ii . 熱源とパネルの間に8 mm以上の厚さの耐熱の熱伝導隔離材を採用

b. 熱源とパネル間に25 mm以上のエアギャップを設けることによる熱伝導隔離

c. 下記による放熱隔離：

- i . 0.4 mm以上の厚さの金属の熱遮蔽板を採用
- ii . a ii . に組み込んだ反射金属板または反射テープを採用

END