

安全に関する規則

化学工学会 Chemical-Energy-Car 実行委員会による修正版

2021年12月27日

Chem-E-Car Trial @Kagoshima U in 2018

Chem-E-Car Trial @Kansai U in 2020

修正 2018年7月17日
2020年12月8日
2021年12月27日

1. Chemical-Energy-Car として許されない車

以下に示される特性を持つ車、もしくは遵守事項に違反した車は競技会で失格となる。

1.1 炎・煙・騒音を出す車

- 1.1.1 車の設計、運用のすべてにおいて、いかなる形の裸火および煙(水蒸気を除く)の放出も禁止されている。自作の内燃機関は使用できない。ただし、学生が合成した代替燃料を使用する市販の内燃機関を除く。
- 1.1.2 車が走行中に目に見える煙(水蒸気を除く)を出すことは許されない。会場のガス排出規制を参照すること。
- 1.1.3 内燃機関からの騒音レベルは 1mの距離で測定して90 db以下に抑えなければならない。
- 1.1.4 内燃機関を使う場合には、エンジンの保守と運用に関する安全対策を主催者に示し、実践できなければならない。

1.2 液体・蒸気・臭気を出す車

- 1.2.1 液体の排出はいかなる形でも認められない。
反応による副生成物は適切に回収して車内に蓄積され、適切に廃棄されなければならない。必要に応じ、例えばガス吸収装置や貯蔵タンクを備えなければならない。
- 1.2.2 いかなる不快な臭気やガスの排出も認められない。
極少量の水素の放出は、水素が貯められる反応容器または燃料電池の所定体積に対する水素の可燃限界もしくは爆発限界以下であれば許される場合がある。
- 1.2.3 高压容器の使用は認められない。
車に載せるタンク内の圧力は大気圧か、大気圧よりわずかに高い値しか許されない。
- 1.2.4 反応の副生物として、加圧されていないガスや未処理ガスのうち、全米防火協会*)によるランク3以下のガスについては、ろ過なしで排出することが認められる。
例えば、水蒸気やCO₂は排出可だが、H₂S、Cl₂は不可である。
内燃機関からの排気は、触媒コンバーターやその他のフィルターを通じて適切にろ過され、すす、不快臭、煙など、全米防火協会によるランク3以上の有害物質が除去されている場合に限って許される。
- 1.2.5 会場の安全担当者は車から排出されるガスを調査し、排出が不適切と判断された場合には失格とすることができる。
会場の安全委員会は過剰なガス排出による失格を宣言する権限を有する。この裁定には意義を唱えることはできない。

1.3 車に搭載される開放容器および不適切に固定された容器

- 1.3.1 全米防火協会によるランク2以上の化学物質は蓋付きの容器に入れ、車にしっかりと固定して運ばなければならない。

容器と蓋は車にしっかりと固定されていなければならない。競技のどの段階でも内容物の漏出を防がなければならない。チームは車が横転するなど事故が起こることを考慮しなければならない。

1.3.2 スタートボックスでは、蓋が開いた状態や、全米防火協会のランク2以上の薬品を吹き出してはならない。（今回はスタートボックスを設けずスタート地点とする）

薬品の混合は、バルブ付きの小さい容器もしくは車に取り付けた注射器によって行うべきである。薬品を、注射器のピストンを押し下たり、重力によって容器からバルブを通して供給することは許される。注射器はスタートボックスで車から取り外してはならない。

もし、反応を開始させるために注射器を用いるなら、注射器は車に安全に固定し、スタートボックスに車を運ぶまでに適切にカバーされなければならない。車から注射器を取り外して運ぶことは許されない。

1.3.3 スタートボックスに運ばれる全ての容器、例えばシリンジ、小容器などには内容物を示すラベルを貼らなければならない。（今回は適用しないが推奨する。）

1.4 反応性の高い薬品や不安定な薬品の使用は許されない

1.4.1 全米防火協会のランク4の化学薬品の使用は許されない。

この規則は、原料、中間体、反応生成物を問わず、関係する全ての化学物質に適用される。www.nfpa.orgによれば、これらは常温常圧で容易に爆発的分解、爆発的反応を起こす可能性のある物質を意味し、過酸化ジアセチル、臭化プロパルギル、クメンヒドロキシペルオキシド、ジ-tert-ブチルペルオキシド、ジエチルエーテルペルオキシド、ジイソプロピルパーオキシジカーボネート、オルトジニトロベンゼン、ビニルアセチレン、亜硝酸エチル、ニトログリセリン、ニトロメタン、過酢酸、その他の爆発性薬品である。

1.4.2 30%より高い濃度の過酸化水素水の使用は許されない。

液体の過酸化水素は非常に不安定で、30%より高い濃度の液体を取り扱うのは困難である。

2. 圧力に関する制限

大気圧よりもわずかに高い内圧のゴム風船は、内部に人体に対して有害なガスを含まない場合に使用できる。

3. 有害な薬品の封じ込め

車の走行準備において、有害薬品の人体への暴露を避けるために適切な手段と手順を取らなければならない。これには、溶剤、希釈剤、反応物、中間生成物、車の走行中に生成する化学物質など、全米防火協会の有害危険評価がランク2以上の全ての化学物質に適用される。もしこれらの有害化学物質が車に搭載されている場合には、漏出や人体への暴露を防ぐために2重の封じ込めを行う必要がある。

3.1 車への化学薬品の封じ込め

3.1.1 化学薬品の漏出を防ぐため、適切な1次封じ込めを行わなければならない

1次封じ込めは、通常の輸送と操作の間の転倒や衝突などの事故が起こり得ることを考え、いかなる漏出も防がなければならない。蓋は、緊急事態が発生した場合に、最小限の放出のみを行えるだけの強度を持たなければならない

蓋や容器に開けられた孔は、注射針などの貫通型器具が入る大きさとすべきで、できるだけ密閉する。

3.1.2 容器の蓋として、サランラップ、パラフィルム、アルミホイルなどのような材料は適切な蓋として認められない。

3.1.3 2次封じ込めとして、車の上から外への薬品の漏出を防ぐために適切な大きさと強度を持つ仕組みを備えること。

3.1.4 可燃性物質と反応性薬品は必ず封じ込められていなければならない。

3.2 温度に関する危険性

3.2.1 高温または低温になる可能性がある、露出した表面には断熱材を取り付けなければならない

65.5°C以上もしくは0°C以下の露出面がある場合には、この面と人間の肌の接触を避けるように適切な保護をしなければならない。

3.3 電気に関する危険性

3.3.1 全ての配線と露出した電気部品は、電氣的に絶縁されていなければならない。

感電や発火の恐れがある場合には、適切な絶縁をしなければならない。

3.3.2 配線でのワニロクリップの使用とねじり線による接続は許されない

ワニロクリップやねじり線は、可燃性の蒸気や液体の発火源となることがある。バナナプラグや圧着端子など、より安全で堅牢な接続コネクタを使用しなければならない。

3.4 機械に関する危険性

3.4.1 可動部や指を挟み込む可能性のある部分には必ず保護具を付けること

保護具は、指を挟む可能性のある、ギア、ベルト、作動腕などの可動部に取り付けなければならない。

3.5 酸素に関する危険性

酸素を多く含むガスには爆発の危険性がある。これらのガスに含まれる酸素は、炭化水素ガスや液体の残留物、紙、フィルター、バルブのパッキンやシート、減圧弁の部品やOリングなどの可燃物と激しく反応する可能性がある。また、金属部品に常に存在する小さな金属粒子はガス流れの中で加速され、表面に衝突して火花を発生し、着火源となる可能性がある。

詳細は、NASAの文書「Safety Standard for Oxygen and Oxygen Systems」（1996年）を参照せよ。この文書は以下のURLから閲覧できる。

<http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/doctree/canceled/1740151.pdf>

以下の項目は酸素サービスに関する要求事項である。

~~3.5.1 All components in oxygen service must have a rating for oxygen service from the manufacturer.~~

~~These components include vessels, piping, filters, regulators and valves. Metallic components are preferred over nonmetallic components to mitigate susceptibility to oxygen ignition.~~

~~3.5.2 All equipment must be cleaned thoroughly before being placed in oxygen service.~~

~~Effective cleaning will ensure the removal of particles, films, greases, oils and other unwanted matter. In addition, cleaning will prevent loose scale, rust, dirt, mill scale, weld splatter and weld flux deposited on moving and stationary parts from interfering with the component function and clogging flow passages. Cleaning will also reduce the concentration of finely divided contaminants that are easier to ignite than its bulk material.~~

~~All individual components must be disassembled during oxygen system cleaning.~~

~~Appropriate cleaning solutions must be used depending on what material is being cleaned.~~

~~Stainless steels (300 series), Monel® alloys, Inconel® alloys, and Teflon® are usually cleaned in an alkaline solution and then in an acid solution. Carbon steel is cleaned by a rust and scale remover, if required, and then in an alkaline solution. In severe cases of rust or corrosion, carbon steel may be sand or glass-bead blasted. Copper and brass are cleaned in alkaline solution, then acid pickled. Aluminum and nonmetals are cleaned in liquid detergent. See the NASA document Safety Standard for Oxygen and Oxygen Systems (1996) for more information.~~

~~This document can be found at~~

~~<http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/doctree/canceled/1740151.pdf>.~~

~~3.5.3 Equipment that have been previously used for another service are not allowed.~~

~~Hydrocarbon liquid or gas residue from the previous service may contaminate the components. Gas regulators used for hydrocarbon gas service are very likely to explode when placed into oxygen service.~~

3.6 生物に関する危険性

3.6.1 あらゆる生物の使用は、バイオハザード・レベル1 (バイオセーフティレベル1とも呼ばれる)に限定される。

Chemical-Energy-Carの設計、開発、運用、競技、準備のいずれの段階においても、使用する細菌、真菌、ウイルス、酵母の生物はバイオハザード・レベル1を超えてはならない。

*)注 全米防火協会における薬品の危険性ランクを閲覧するには NFPA chemicals で検索すればよい。