

SPEC x ROC

Part II クライマー部門規則および仕様

Regulations, Requirements and Specifications: Climber Category

Version 0.0

Revised:

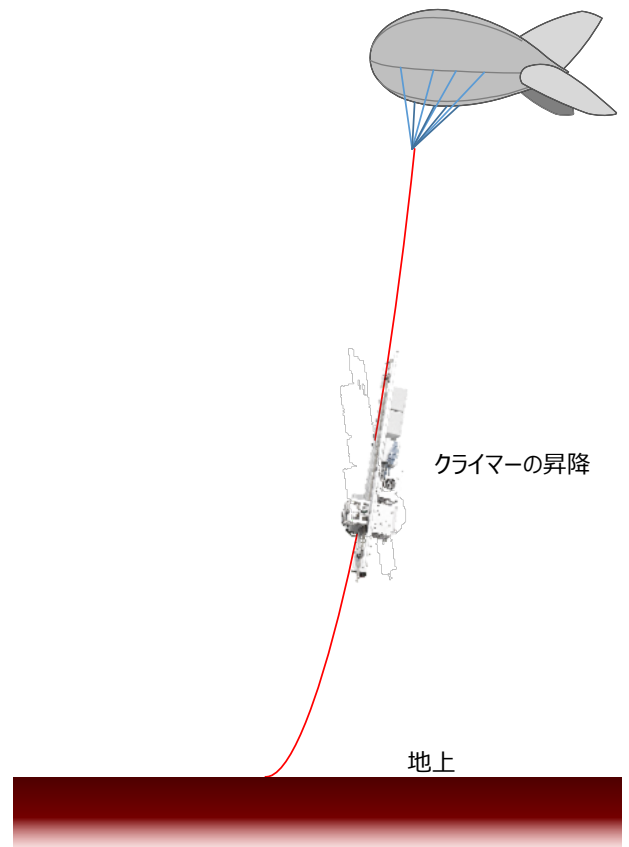
Issued: 2018-12-27

1 クライマー競技概要

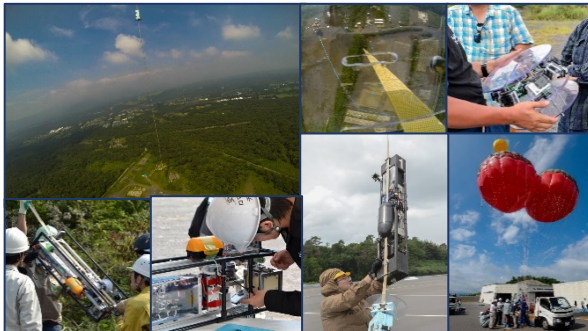
宇宙エレベーターの昇降装置の開発にむけての実証実験と位置づけられる。

右図のように、係留気球のケーブルを宇宙エレベーターのケーブルとみたと、そのケーブルを自走するオリジナルなクライマーを作成して、その技術を競う。

クライマー競技会概略図



写真は、2014 年の競技会の時の様子



1.1 2019 年競技の要点

1.1.1 昇降高度

100[m]

1.1.2 貨物積載

将来を見据えて、クライマー本体の昇降に加え、本来の目的である貨物輸送を行うこととする。

貨物はロボットする。ただし、ロボットは規定ペイロードの積載昇降が可能なクライマーにのみ搭載できるものとする。

1.1.3 ロボットのリリース

1.1.2 に記載したロボットを指定高度で射出させる。ただし、射出作業はロボットチームから受領する信号により行うこととする。

1.2 評価および表彰

クライマー部門として評価をおこなう。ロボット部門の評価とは別途となる。定量的評価は競技中に取得されたデータを元に行う。取得方法については 3.6 Measurement Payload Unit (MPU)にて後述する。

また、評価結果をもとにクライマー部門の表彰を行う。

2 クライマー競技規則

2.1 クライマー部門への参加

クライマーを自作し、走行を実施できる者は参加に応募できる。年齢、学生か就業者などの要件は設定しない。

2.2 事前審査と本大会参加要件

本大会への参加は事前審査に合格したクライマーに参加資格があたえられるできる。審査要件は本規則および仕様を満たしていること。さらには後述の安全要件を満たしていることとする。

ただし、審査適格者が予定昇降可能者数を上回る場合は事前審査の点数が高い者から順に本大会の参加者としてことがある。予定昇降可能者数は実施できる総ウィンドウ数（後述）により決まる。本大会は 2 日間の実施予定であり 30 ウィンドウ程度を設定することを計画しているが、決定は 5 月頃となると思われる。

事前審査の提出要領、審査費用などについては、別途定めるものとする。

[後日公表]

2.3 クライマーの昇降

参加者にはウィンドウと呼ぶ参加時間枠をあたえる。1 ウィンドウ 30[分]と予定してる。このウィンドウ内で、テザーへのインストール、昇降、テザーからのアンインストールまでの一連の作業を実施する。ロボットの積載およびリリースも原則としてこのウィンドウ内で行うものとする。ウィンドウ内ならば複数回の昇降を可能とする。

2.4 クライマー情報シート

参加者は昇降前、現地の運営担当部署に必要な情報を記載したクライマー情報シートを提出しなければならない。

2.5 ペイロードの搭載

- ① ペイロードは主催者が準備した規定のものとする。
- ② ①において主催者により十分に安全に昇降できると認められたクライマーはロボット部門の参加者製作のロボットを搭載し昇降することができるものとする。
- ③ ②の要件はクライマー部門参加者とロボット部門参加者が同一の場合にも適用する。

2.6 昇降環境

2.6.1 テザー

ベルトテザーを使用

- 材質 パラアラミド繊維（テクノーラ：帝人株式会社）
- 幅 約 35 [mm]
- 厚さ 約 2 [mm]

※付着物等による厚さ変化があり(+0.5[mm]程度)



2.6.2 バンパー

テザーの上下端にはバンパーを設置されている。直径 300[mm] の硬質スポンジ製の円盤である。上端バンパーはバルーンへの接触防止、下端バンパーはワインダーへの接触防止の目的とする。

クライマーはバンパーへ高速で衝突しないような制御を行わなければならない。



2.6.3 高度

テザー繰り出し長さは 100[m]の予定。風向、風速によって垂直高度は変化するため、当日の風向/風速によって実施高度を決定する。

状況によってはウィンドウ内で高度が変更となる場合もある。

2.7 競技の中断、中止

天候や重大事故の発生などの影響により、競技を中断あるいは中止する場合がある。

3 クライマー仕様

3.1 度量衡

メートル単位系とする。

3.2 サイズ

2,000×2,000×2,000[mm]以下

ただし、この大きさはクライマー本体サイズであり、ペイロード積載部分（ロボット搭載部分）は含まないものとする。

3.3 重量

15[kg]以下

ただし、ペイロード積載機構（ロボット搭載部分）の重量を含み、後述する Measurement Payload Unit (MPU)は除く。

3.4 ペイロード

9[kg]以上

ロボットを含むペイロードと MPU の概算重量合計値を最低要求値とする。

3.5 エネルギー源

バッテリーを推奨とし、太陽光パネルなど外部供給も可とする。

ただし、内燃機関等の爆発を伴う燃焼によりエネルギーを発生させるシステムの使用は不可とする。

3.6 Measurement Payload Unit (MPU)

クライマーの性能記録のため MPU を搭載する。搭載して昇降することでクライマーの挙動や到達高度を計測し記録する装置である。3 方向加速度、3 軸角速度、電子コンパス方位、GPS データ、気圧等を計測し SD カードに保存する。測定したデータは評価や結果確認に使用される。

本大会では参加者から提出された MPU のデータで昇降記録を管理するため、これを搭載しない場合は昇降できたとしても、評価等の対象とはならない。

3.6.1 サイズ等

- サイズ 100 × 100 × 100[mm]の立方体 外形公差±2[mm]
- 重量 約 700[g]
- 外装材質 ABS

3.6.2 測定データ

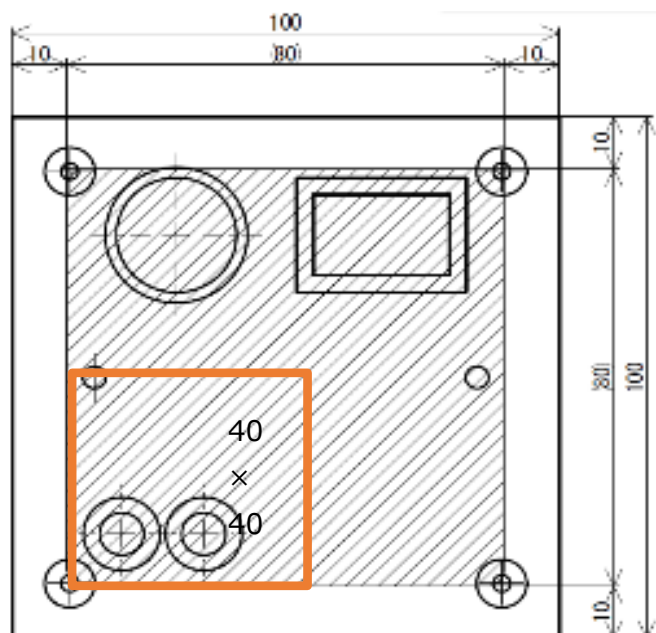
提出しなければならないデータは以下の通り。

- 3 軸加速度 ±16[G] 3 軸角速度 ±2000[deg/s]
- 3 軸地磁気 ±8[Ga] 気圧 500～1150[hPa]
- GPS 世界標準時
- 緯度、経度
- 高度
- 補足衛星数

3.6.3 設置方法

MPU は機械的な方法でクライマーに固定するものとする。MPU 本体へのネジ止めや棒材の貫通などは不可とする。MPU を固定する際は、GPS 測位のため天頂方向の 80×80[mm](下図斜線部)の空間は金属材料で遮蔽してはならない。樹脂の使用は可とする。

電流・電圧計測を行う際はコネクタ部 40×40[mm](下図橙色枠)の範囲を開口すること。



3.6.4 電力（電流・電圧）測定

MPU のオプション機能として電力（電流・電圧）測定が可能。電力を測定するとクライマーの効率を求めることができる。ただし、測定値の提出は求めない。

① 電力測定ユニット概要

- サイズ 50×80×40[mm]の立方体 外形公差±2[mm]
- 重量 約 100[g]
- 電流測定(最大 2ch) ±150[A]
- 電圧測定(最大 2ch) ±100[V]

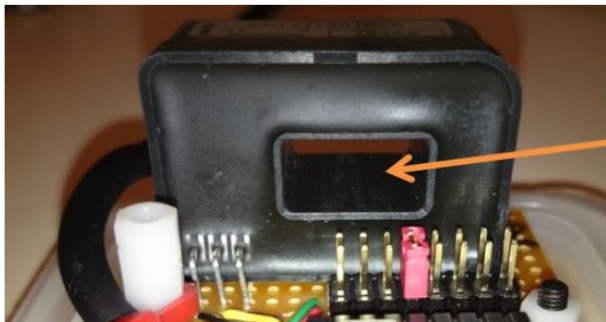
② 測定ユニット構成

電力測定ユニットは MPU に接続して使用する。各ケーブルの長さは下図の通り。

③ 電流測定詳細

電流測定は、電力計内の電流センサの穴（8×14[mm]）に測定したい電流が流れているケーブルを通して行う。この穴に通るケーブルを準備すること。

電流センサの穴に通すケーブルはプラス、マイナスのいずれか一本でよい。



電流センサ穴寸法
8×14[mm]

④ 電圧測定詳細

電圧測定は、電力計から伸びた電圧計測用コネクタに測定する電圧を並列で接続する。

MPU 側コネクタ詳細（主催者が準備する）

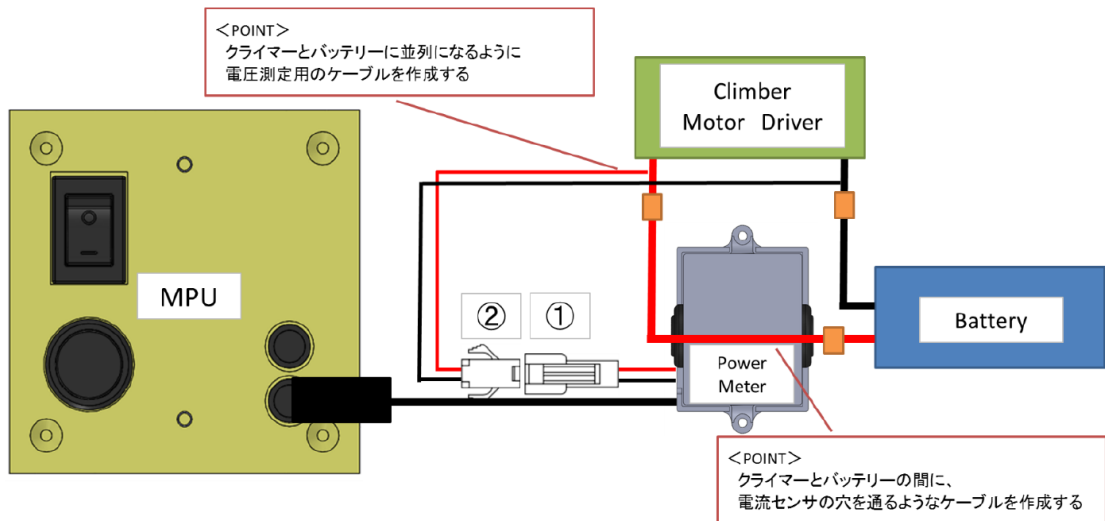
- メーカー：JST
- 型番：SMR-02V-B
- 形状：レセプタクル
- 端子：SYM-001T-P0.6
- ピン配置（1pin：GND / 2 pin：V+）

クライマー側コネクタ詳細（参加者側で準備すること）

- メーカー：JST / 型番：SMP-02V-BC / 形状：ハウジング / 端子：SHF-001T-0.8BS
- ピン配置（1pin：GND / 2 pin：V+）

⑤ クライマーとの接続例

クライマーの消費電力を測定する場合の接続例。クライマーとバッテリーの間で電流・電圧を接続する。



4 クライマー機能

クライマーは以下の機能を有するように製作する。

4.1 昇降機能

原則として、テザーとの摩擦を利用して昇降するものとする。

空転時にテザーを損傷するのを防止するため、テザーに接触する駆動体（駆動ローラなど）の表面材料は金属以外のウレタンゴムなどの材料を用いるものとする。

4.2 非常停止機能

非常停止スイッチを押すことで駆動を完全に停止させる。

下端、上端検知機能との兼用は不可とする。

赤い押しボタンスイッチをクライマーの押しやすい場所に設置する。日本工業規格 JIS B 9703 に準拠することを推奨する。

4.3 上端検知機能

テザー上端にあるバンパーに接触または近接した場合、速やかに停止または下降動作を行う機能を有するものとする。ただし、通常の昇降ではバンパーへ接触や衝突はしないよう制御を行わなければならない。

バンパーは硬質スポンジ製のため、小型のスイッチだとめり込んでしまい動作しない可能性があり、できるだけ広い面で接触するか、もしくは複数のスイッチで検知しなければならない。

また、バンパー衝突時にバンパーおよびクライマーが破損しないような構成にしなければならない。

4.4 下端検知機能

テザー下端にあるバンパーに接触または近接した場合、速やかに下降動作を停止する機能を有しなければならない。

詳細については上端検知機能と同様とする。

4.5 テザーへのインストール機能

クライマーはバルーンから係留されているテザーにインストールするものとし、末端からのインストールは不可とする。このようなインストールが可能ないように製作するものとする。

4.6 ロボット搭載機能

クライマーには、ペイロードを積載しなければならない。規定された搭載機構を設置すること。この際、ロボットを搭載することに留意すること。

4.6.1 搭載するロボットのサイズ、重量は以下のとおり

- 大きさ 500×500×500[mm]以下
- 重量 8[kg]以下

このペイロード（ロボット）を搭載できるスペースを設けるものとする。

4.6.2 搬送装置固定箇所

ペイロード（ロボット）を搭載できるよう、規定の寸法で穴を設けるものとする。

- 一辺が 120[mm]の正方形四隅と中央に配置する。すなわち 60[mm]ピッチで 3 列となる。
- 穴のサイズは M8×1.25 とする。
- 板にネジを切る場合雌ネジ深さ 12[mm]以上、あるいはナット止めの場合は板厚 5[mm]以上とする。
- 搭載するロボットの重心位置は不定であるため、どのような重心バランスのロボットを搭載する場合も対応できるようにする。
- 図面資料 1 を参照（図版は別途公表）

4.6.3 ロボット射出方向の制限

搭載したロボットの射出方向を制限しないような構造とする。

- ロボット搭載面とクライマー進行方向（上面）以外は開口しているようにすること。

4.6.4 ロボット射出許可司令

クライマーには、ロボットの射出を許可するための通信回路を設け、指定された設定高度に到達後、ロボットに対し射出許可信号を送出する。射出信号は、1 秒以上送信することとし、常時 OFF（オープン）で射出許可時は ON（ショート）となるように設定する。

昇降中のロボット誤射出防止が目的。リレー等の無電圧接点回路を想定している。

4.7 MPU 搭載機能

クライマーには、MPU を搭載できる機能を設ける。

5 クライマーの安全管理

クライマーが競技参加者、見学者をはじめとする人々やフィールドの構造物などに危険を及ぼさないようにしなければならない。通常時だけでなく、バンパーへの追突、落下などのトラブルが発生した場合の対策も考慮する。またインストール時が災害発生リスクが大きいので特に留意すること。また、競技時の安全のみならず、安全配慮設計を行い、制作中の事故災害にも十分注意すること。

主催者は、事前図面審査と本競技昇降前にクライマーの安全確認を実施し、安全が確認されたクライマーに昇降を認めるものとする。

5.1 部品の落下防止

部品は基本的には機械的に結合すること。結束バンド、テープ類を使用する場合は振動や湿気の影響を考慮しなければならない。

5.2 防水、防塵

風雨にさらされても問題のない性能を有すること。風雨に対し、基板等は箱などに収納し、コネクタ類はビニールテープで防水するといった防水対策をとること。原則として昇降は降雨時には実施しないものとするが、急な降雨などにより上空で停止したままになると下ろせなくなる可能性がある。以降の運営に支障をきたすリスクを最小化する。

また、埃や塵の影響で動作不良を起こさないような配慮も行わなければならない。

5.3 回転体への巻き込み防止

巻き込み防止のため、回転体にはカバーを設置する。作業中の指先が回転体に巻き込まれることがないように注意すること。

5.4 シャープエッジの保護

触れる可能性のある鋭利なエッジや突起部には R 付けや C 面取りを行う、あるいは保護部材を設けること。手の平に押し付けたときに痛くない程度を目安とする。

5.5 バッテリー配置と保護

強い衝撃を与えると発火するなどの事故災害の原因となる可能性があり、このリスクを考慮して設計し、また、搭載しなければならない。

- バッテリーは周辺の発火源（モータドライバ等）と不燃性の材料で遮断する。
- 落下した場合、バッテリーが地面に接触しない位置に搭載する。

5.6 安全管理無線

クライマーのコントロールに無線を使用する場合、使用する機材は日本国の法律に準拠したものを使用しなければならない。

フィールドでは複数の参加者が無線を使用するため混線の可能性がある。このリスクを排除するため、クライマー情報シートに記載して提出し使用許可を得なければならない。

6 表彰

優秀な成績を残したクライマーを表彰する。

なお、内容、詳細については、変更する可能性がある。その場合、別途周知する。

6.1 表彰条件

以下の表彰条件を満たしたクライマーのみを対象とする。

6.1.1 到達高度

指定高度を安全に昇降したクライマーを対象とする。

- 予定高度は 100[m]とする。
- 当日の天候により高度を変更する場合がある。
- 上端バンパーに接触した昇降は対象外とする。

6.1.2 ペイロードの搭載

主催者指定ペイロードの搭載をした状態で昇降を行ったクライマーを対象とする。

ただし、後述の安定輸送賞はロボットを搭載して昇降し、かつ、指定高度でロボットを射出したクライマーを対象とする。

6.1.3 MPU の搭載

MPU を搭載し、取得データを提出したクライマーを対象とする。MPU については 3.6 Measurement Payload Unit (MPU)を参照のこと。

6.2 表彰内容

下記の 3 賞とする。

各賞への挑戦はウィンドウ内であれば、クライマーの条件を変えての複数賞への挑戦、一度に複数の賞への挑戦などの戦略を認める。複数回挑戦した場合は、一番良い結果を記録として扱うものとする。

6.2.1 スピード賞

最高上昇速度を記録したクライマーを表彰する。最高速度は上昇時の速度とし、下記の計算式によって求めるものとする。

$$\text{最高速度} = \text{垂直上昇高度} \div \text{上昇時間}$$

6.2.2 ペイロード賞

主催者指定ペイロードを搭載した状態で、バッテリー交換をせずに単一ウィンドウ内で累積昇降高度が最大のクライマーを表彰する。バッテリーのサイズは問わない。

6.2.3 安定輸送賞

一ウィンドウで最も多くのロボットを安全に射出できたクライマーを表彰する。ただし、2 台以上のロボットを放出できたクライマーを対象とする。