

宇宙エレベーターチャレンジ

SPEC2017

クライマーレギュレーション

(第1版)

一般社団法人 宇宙エレベーター協会

SPEC2017 実行委員会

内容

1. レギュレーションについて	3
1-1. 基本的な考え方	3
1-2. レギュレーションの内容	3
1-3. レギュレーション管理	3
2. クライマーレギュレーション	4
2-1. クライマーの仕様	4
2-2. クライマーの機能	4
3. 安全管理	5
3-1. クライマーの安全管理	5
3-2. バッテリーの安全管理	5
3-3. 無線の安全管理	6
3-4. より安全性を高めるために	6
3-5. 参加者の保護具	6
4. 実験環境	7
4-1. テザー	7
4-2. バンパー	7
4-3. 高度	7
4-4. ウィンドウ	7
5. 表彰	8
5-1. 表彰条件	8
5-2. 表彰内容	8
6. ミッション	9
6-1. ミッション内容	9
6-2. ミッションボックス詳細	9
6-3. 評価基準	9
7. MPU(Measurement Payload Unit)	10
7-1. 概要	10
7-2. 詳細	10
7-3. 設置方法	10
7-4. 電力（電流・電圧）測定	11
8. レギュレーションについてのお問い合わせ先	12

1. レギュレーションについて

1-1. 基本的な考え方

SPEC は共同実験の場であり参加者の技術的な挑戦を規制しません。

安全に実施するために必要な最低限のレギュレーションのみを規定します。

1-2. レギュレーションの内容

レギュレーションと異なる手段で安全性が確保されていると実行委員会が判断した場合はレギュレーション外のクライマーを認めます。不明点は事前に実行委員会までご確認ください。

1-3. レギュレーション管理

本レギュレーションは下記のように運用されます。

- ・ 事前 参加チームはレギュレーションを確認し、クライマーを作成
- ・ 当日 実行委員会立ち合いの元、クライマーのレギュレーション確認を実施
 - ⇒確認 OK : 実験可能
 - ⇒確認 NG : 指摘点を修正後に再度の確認を実施

2. クライマーレギュレーション

クライマーのレギュレーションを規定します。各項目は当日に「クライマー検査シート」に沿って実行委員会が検査を行います。レギュレーションを遵守してクライマーを制作してください。検査時に指摘が多かった項目を「クライマー検査指摘事例集」として公開していますので参考にしてください。

2-1. クライマーの仕様

クライマーは下記の仕様範囲内とします。仕様外のクライマーでもご相談いただければ検討します。

- ・ 大きさ 2000×2000×2000[mm]以下
- ・ 重量 20[kg]以下
- ・ ペイロード重量 クライマー重量込みで 20[kg]以下
- ・ エネルギー源 エネルギー源はクライマーに搭載すること、内燃機関は不可です。
(バッテリー、太陽電池パネル等を使用して下さい)

2-2. クライマーの機能

クライマーは最低限、下記の機能を有するように製作してください。

・昇降機能

テザーとの摩擦を利用して昇降してください。

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てください。

・非常停止機能

非常停止スイッチを押すことで駆動部が完全に停止すること。（下端、上端検知機能との兼用不可）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けてください。

（日本工業規格 JIS B 9703 に準拠することを推奨します。）

・上端検知機能

通常昇降ではバンパーへ衝突しないような構成にすること。

上端バンパーに接触、または近接した場合に速やかに下降動作を行う機能。

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ます。できるだけ広い面で接触する、もしくは複数のスイッチで検知するようにしてください。

バンパー衝突時に破損しないような構成にしてください。

・下端検知機能

下端バンパーに接触、または近接した場合に速やかに下降動作を停止する機能。

注意事項は上端検知機能と一緒です。

・テザーへのインストール機能

テザー途中からのインストールが可能ないように製作してください。

3. 安全管理

3-1. クライマーの安全管理

クライマーが人やフィールドに危険を及ぼさないような配慮をお願いします。特に危険なのは、インストール時です。実行委員会では下記の点を中心に安全性を確認します。通常時だけではなく、バンパーへの追突時、落下時などの場合への配慮もお願いします。

・ 部品の落下防止

部品は機械的に結合することを基本とします。テープ類を使用する際は振動や湿気の影響を考慮して下さい。

・ 防水、防塵性能

風雨にさらされても問題のない性能を有してください。最低限、基板等は箱に入れる、コネクタ類はビニールテープで防水するといった対応をしてください。基本的に昇降は晴天時のみですが、上空でスタックしてしまうとすぐに下ろせないため、その間の天候の変化によっては雨にあたる可能性があります。

・ 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けてください。

指先が回転体に巻き込まれないような対応をお願いします。

・ 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、保護部材を設けてください。

手の平に押し付けた時に痛くないくらいが目安です。

・ バッテリー保護

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蔽してください。

・ バッテリー配置

落下時にバッテリーが地面に接触しない位置に搭載してください。

バッテリーに強い衝撃を与えると発火等の可能性があります。

3-2. バッテリーの安全管理

リチウムポリマーなどの高出力バッテリーを使用する場合は細心の注意を払ってください。

・ 充電時 充電時は常に立ち合い、目を離さないようにしてください。

・ 使用時 使用前にバッテリーの確認(電圧/膨らみ/外傷)を行ってください。

・ 保管時 バッテリーを保管する際は不燃体のケースで保存してください。

また、夜間は会場から持ち帰ってください。

・ 非常時 バッテリーを落下させた、高温に晒した等の場合

周囲の可燃物を退避させた後に、実行委員会へ連絡してください。

3-3. 無線の安全管理

複数のチームが無線を使用するため混線の可能性があります。コントロールに無線を使用する際は後日送付するクライマー情報シートに記載し、実行委員会へ申請してください。また、使用する機材は日本国の法律に従ってください。

3-4. より安全性を高めるために

本年度は規定しませんが、今後は下記の規定を設ける予定です。安全性向上の参考にしてください。

・過電流防止

バッテリー/モータドライバの発火防止のため、過電流を検出した際には駆動を停止すること。

(電流検知 or ヒューズ)

・操作用の通信が切れた場合の動作

操作用の通信が切れた場合は安全に下降、もしくは停止するような設計にしてください。

3-5. 参加者の保護具

フィールド内に立ち入る参加者には保護具の着用が義務付けられます。

・安全装備

長袖、長ズボン、保護手袋、安全靴、保護メガネ、ヘルメットの着用が必須となります。保護手袋はインストール時の巻き込み防止のため外すことを認めます。服装は作業着を基本として、普段着を着用する際は巻き込まれるような服装（マフラー、パーカーのフードの紐等）を避けてください。また、素肌が露出しやすい服装（くるぶしソックス）なども避けてください。

・体調管理

睡眠不足によって集中力が低下した状態での作業は非常に危険です。十分な睡眠を取り、体調が万全な状態で参加してください。

4. 実験環境

4-1. テザー

ロープテザーとベルトテザーの2種類を準備します。素材等はSPEC2016と同じです。

ロープテザーは痛みがあるため、次年度以降の実施は未定です。

・ロープテザー

材質 ダブラー2重構造

内層 ダイニーマ繊維とポリプロピレン繊維の混紡

外層 パラアラミド繊維 (テクノーラ：帝人株式会社)

直径 約 11[mm]



・ベルトテザー

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)



4-2. バンパー

テザーの上下端にはバンパーが設けられています。バンパーの役割は、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です。直径 300mm の硬質スポンジ製の円盤です。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うようにしてください。



4-3. 高度

予定テザー繰り出し長さは 200[m]です。風向、風速によって垂直高度は変化します。

※当日の風向/風速によって実施高度を決定します。

状況によっては 4-4 記載のウィンドウ内で高度が変更となる場合もあります。

4-4. ウィンドウ

参加チームにはウィンドウと呼ばれる参加枠が与えられます。1 ウィンドウ 30[分]を予定しています。

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を行ってください。時間内ならば複数回の昇降が可能です。

5. 表彰

クライマーの昇降結果を表彰します。対象は表彰条件を満たしたクライマーのみです。表彰への参加は任意としますので、表彰条件を満たさない場合でも昇降は可能です。

5-1. 表彰条件

・ 上昇高度

垂直高度で 100m 以上を安全に昇降したクライマーが対象です。

上端バンパーに接触した場合は、表彰対象外とします。

※当日の実験高度によって変更になる場合があります。

・ MPU の搭載

上昇高度を測定するため MPU の搭載を必須とします。MPU の詳細は 7 章を参照してください。

5-2. 表彰内容

下記の 3 賞を設けます。各賞はクライマーの条件を変えて別個に挑戦しても、一度にすべての賞に挑戦しても構いません。複数回挑戦した場合は、一番良い結果を記録として扱います。

・ スピード賞

最高上昇速度を記録したクライマーを表彰します。最高速度は下記の計算式によって求められます。

上昇時のみを測定対象として、下降時は測定対象外になります。

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

・ ペイロード賞

最高ペイロード比を記録したクライマーを表彰します。ペイロード比は下記の計算式によって求められます。昇降機能に関わらない物（カメラ、重り等）のみをペイロードとして認めます。MPU やペイロードボックスをペイロードとして使用することも可能です。

$$\text{ペイロード比} = (\text{クライマーの重量} + \text{ペイロードの重量}) / \text{ペイロードの重量}$$

・ ミッション賞

ミッションに挑戦したクライマーのうち、最も評価が高いクライマーを表彰します。ミッションの詳細は 6 章をご確認ください。

6. ミッション

宇宙エレベーターは安全に荷物を運ぶことが重要と考え、クライマーにミッションを与えます。

6-1. ミッション内容

クライマーにミッションボックスを搭載して昇降します。ミッションボックス内には人形が磁石で固定されており、衝撃を与えると人形が倒れてしまいます。いかに振動を抑えながら昇降するかがカギとなります。

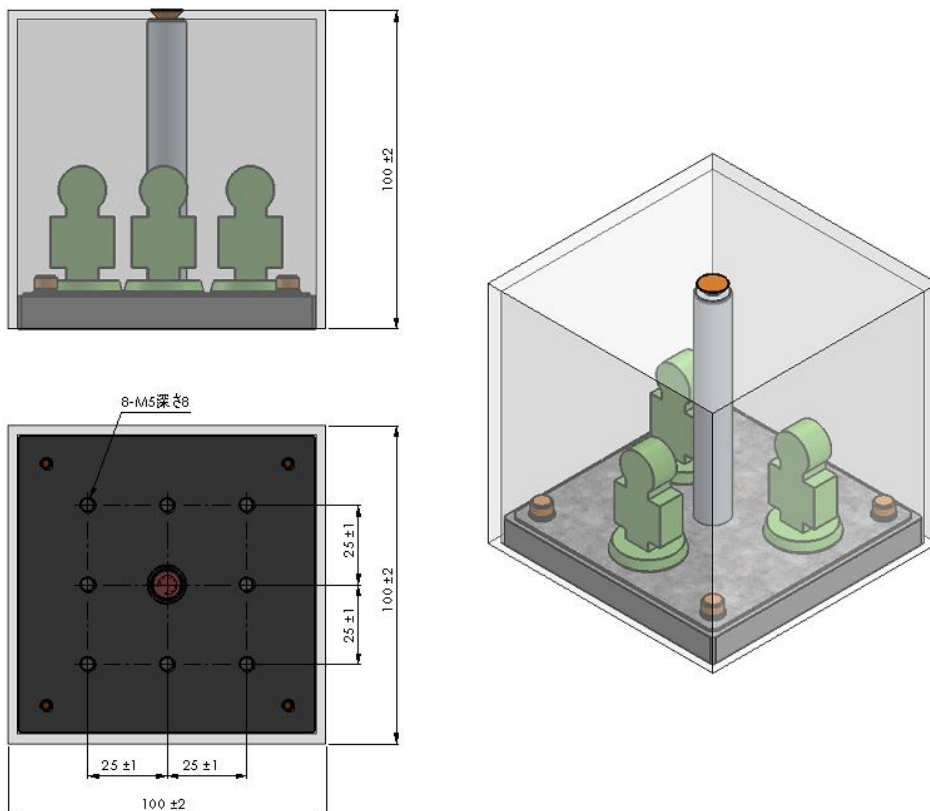
6-2. ミッションボックス詳細

- ・ 大きさ 100*100*100[mm]の立方体 外形公差 ± 2 [mm]
- ・ 重量 約 500[g]
- ・ 外装材質 アクリル
- ・ 固定方法 機械的な固定方法でクライマーに固定してください。

ミッションボックスへのネジ止めや棒材の貫通などは行えません。

底面に設けた 8-M5 深さ 8 のねじ穴を利用可能です

(ねじのみで固定する場合は 4 点以上固定してください)



6-3. 評価基準

ミッションボックス内の人形のうち、倒れずに残っている人形の数、および初期位置からのズレ量を測定して評価をします。評価は、本部での貸し出しから、本部へ戻ってくる期間で行い、インストール時も対象になります。

7. MPU(Measurement Payload Unit)

クライマーの性能記録のため MPU の搭載を推奨します。

MPU の搭載は必須ではありませんが、搭載しない場合は表彰対象から外れます。

SPEC2017 では昇降記録を MPU のデータで管理するため、搭載しない場合は記録が残りません。

7-1. 概要

MPU は 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 カードに保存します。クライマーに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測定することが可能です。測定したデータは評価や結果確認に使用されます。

7-2. 詳細

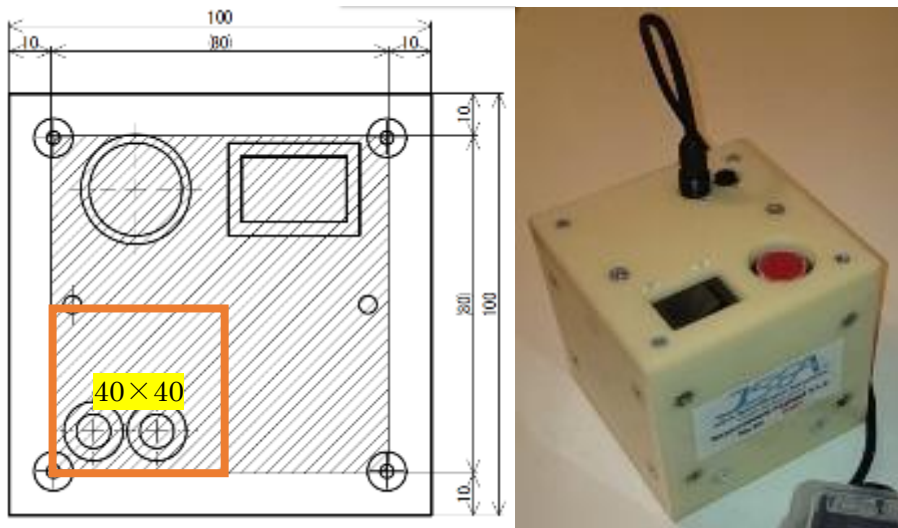
- ・ 大きさ 100*100*100[mm]の立方体 外形公差±2[mm]
- ・ 重量 約 700[g]
- ・ 外装材質 ABS
- ・ 測定データ

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		

7-3. 設置方法

MPU は機械的な固定方法でクライマーに固定してください。MPU 自体へのネジ止めや棒材の貫通などは行えません。MPU を固定する際は、GPS 測位のため天頂方向の 80×80mm(斜線部)の空間は金属材料での遮蔽が無いようにしてください。樹脂ならば遮蔽しても問題はありません。

電流・電圧計測を行う際はコネクタ部 40×40mm(橙色枠)の範囲を開口するようにしてください。



7-4. 電力（電流・電圧）測定

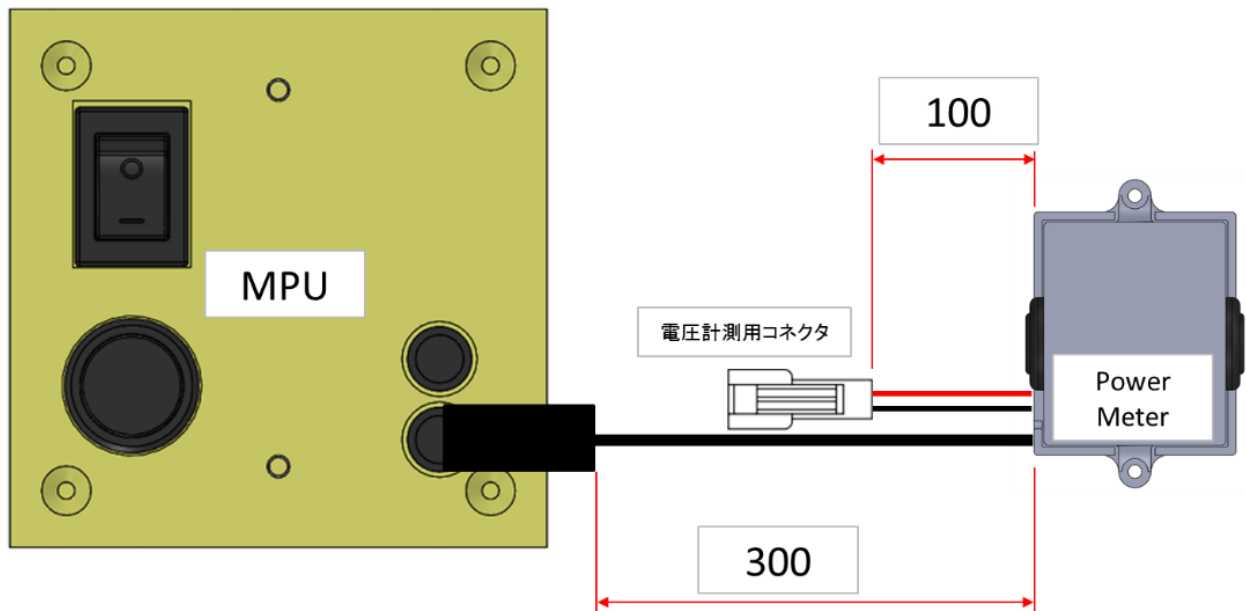
MP のオプション機能として電力（電流・電圧）測定が可能です。電力を測定するとクライマーの効率を求めることができますようになります。

・電力測定ユニット概要

- ・ 大きさ 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]

・測定ユニット構成

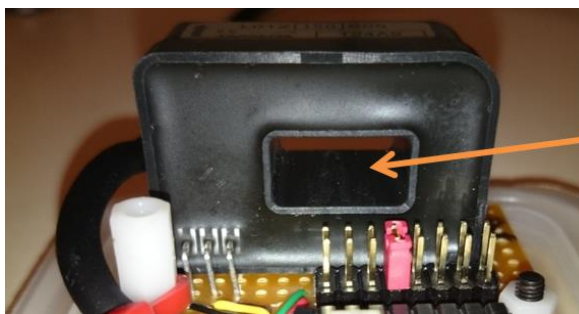
電力測定ユニットは MPU に接続して使用します。各ケーブルの長さは下図の通りです。



<電流測定詳細>

電流測定は、電力計内の電流センサの穴（8mm×14mm）に測定したい電流が流れているケーブルを通して測定します。この穴に通るようなケーブルを準備してください。

電流センサの穴に通すケーブルはプラス、マイナスどちらか一本で問題ありません。



電流センサ穴寸法
8×14[mm]

<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したい電圧を並列で接続してください。

①MPU 側コネクタ詳細

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+）

②クライマー側コネクタ詳細（参加者側で準備）

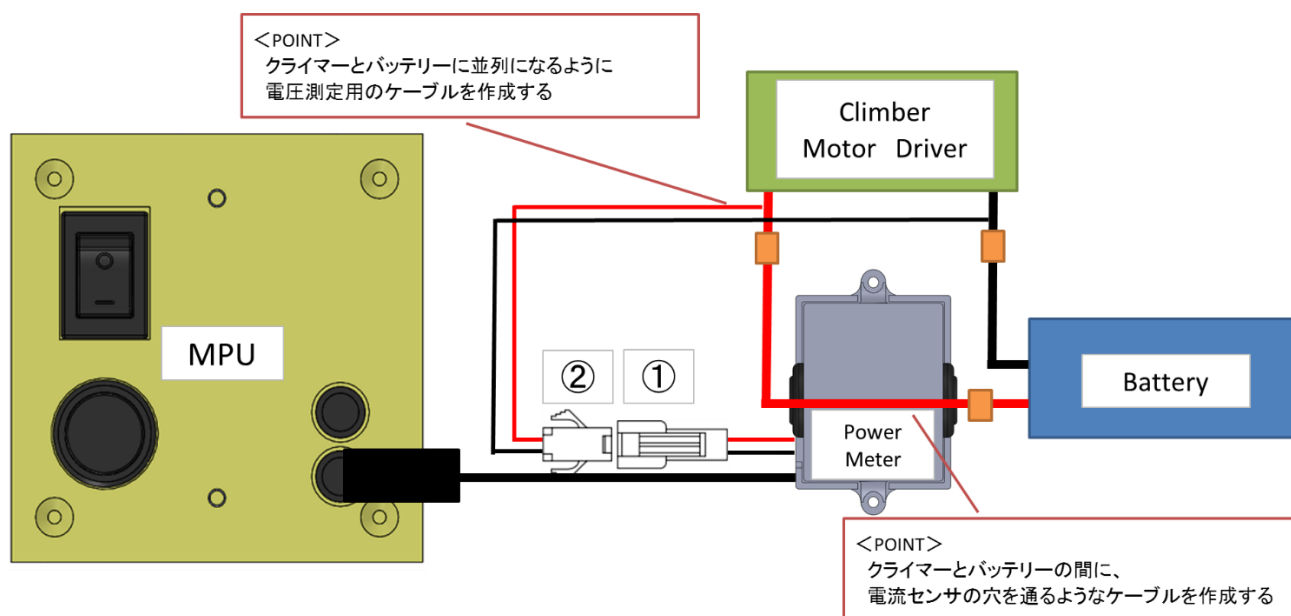
メーカー：JST / 型番：SMP-02V-BC / 形状：ハウジング / 端子：SHF-001T-0.8BS

ピン配置（1pin：GND / 2 pin：V+）

・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です。

クライマーとバッテリーの間で電流・電圧を接続します。



8. レギュレーションについてのお問い合わせ先

レギュレーションについての質問は下記メールアドレスまでチーム代表者からご連絡ください。

回答には多少のお時間をいただく場合があります。あらかじめご了承ください。

また、情報共有のため質問内容及び回答内容は質問者情報を除いて公開される可能性があります。

お問い合わせ先

一般社団法人 宇宙エレベーター協会 宇宙エレベーターチャレンジ 実行委員会

<spec2017-sc@jsea.jp>