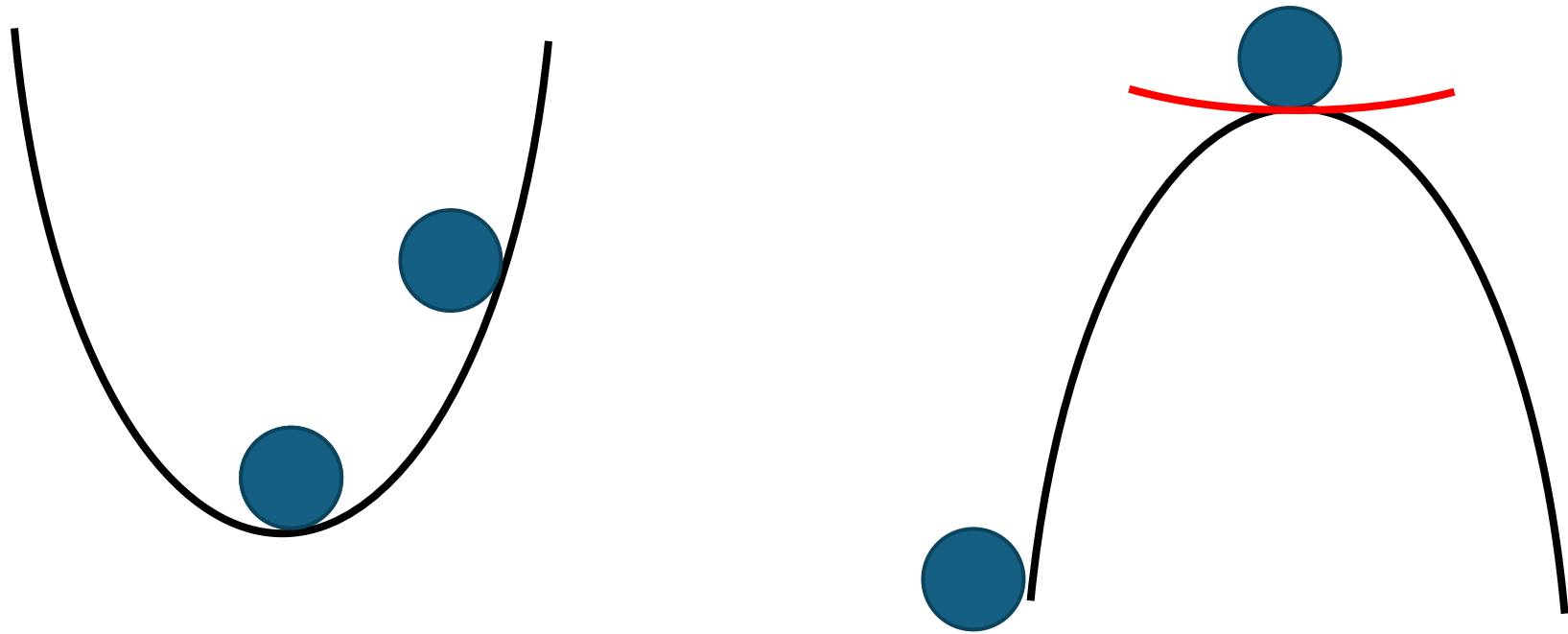


# 安全講習

# 安心と安全

- やったことのないことにチャレンジには、リスクが伴う。何が危険なのか、何が安全なのかもわからない。
- 危ないことを「危ないまま」やってはいけない。
- 危ないことを明確にする：リスクアセスメント
- リスクを低減：危ないままにしない→「安全」の確保
- 「安全」を確保するための検討・取組をステークホルダーに理解してもらい「安心」を得る。
- 「リスクアセスメント（危険の所在）」を理解し、「安全」対策を行い、周囲に「安心」をもたらせる教育を受けたものだけが実践的宇宙教育に参加できる



危ない事をやってはいけない

危ないままで



安全に係わること

安心に係わること

# 実践的宇宙教育における安全管理

- 新しいことに挑戦する「宇宙」教育では、「安全」な実験を行うための規則があるわけではない。

体育館を借りる ≠ 実験場を借りる

- 何をもって「安全」として、何が「安全」を作り出すのかを実験実施者で検討し、地元の方々・関係機関と議論・確立していかなければならない。
- ルールを定めることを目的としない。ルールの背景を理解し、変化に対応し、安全に実験を行う。

# 「安全性」とは

- 「高」安全性を客観的に判断するのはとても難しい
- コストや手間をかけたもの ≠ 「高」安全性なもの

# 技術的な面からの安全

- 安全：許容できないリスクがないこと
- 許容可能なリスク：その時代の社会の価値観に基づき，特定の（所与の）コンテキストにおいて受け入れられる水準のリスク
- リスク：危害の発生確率及びその危害の程度の組み合わせ
- 危害：人の受ける身体的傷害若しくは健康傷害，または財産若しくは環境の受ける害」

# 実験時の服装等

- 作業服は帯電防止加工のものがふさわしい
- 不必要な装飾物は，災害・事故のもとになるので外す
- シャツの裾はズボンの外に出さない
- 履物は帯電防止安全靴
- 靴ひものほどけ，かかとの踏み歩きは禁止
- 実験中は保安帽を着用

# 電気の取り扱い

## テーブルタップ（コンセント）

- たこ足配線をしない
- 水場等湿潤な場所に固定しない
- 配線材はキャプタイヤケーブルを用いる。（平行ビニルケーブルは使用しない。）
- 複数の電気機器を使用する場合は、電気容量を計算して過電流とならないよう気を付ける。



# 電気の取り扱い

## ケーブル・移動電線等

- 床上に配線しない。やむを得ない場合は、配線を束ね踏かないように隠蔽措置をする。
- ケーブルは踏まない
- ケーブルの上に物を置かない
- 通路には配線をしない。
- 化学物質の影響、動物の被害・物体の落下振動及び重量物の通過等によるケーブル破損しない位置に配線する。

# 保安区域など（ロケット）

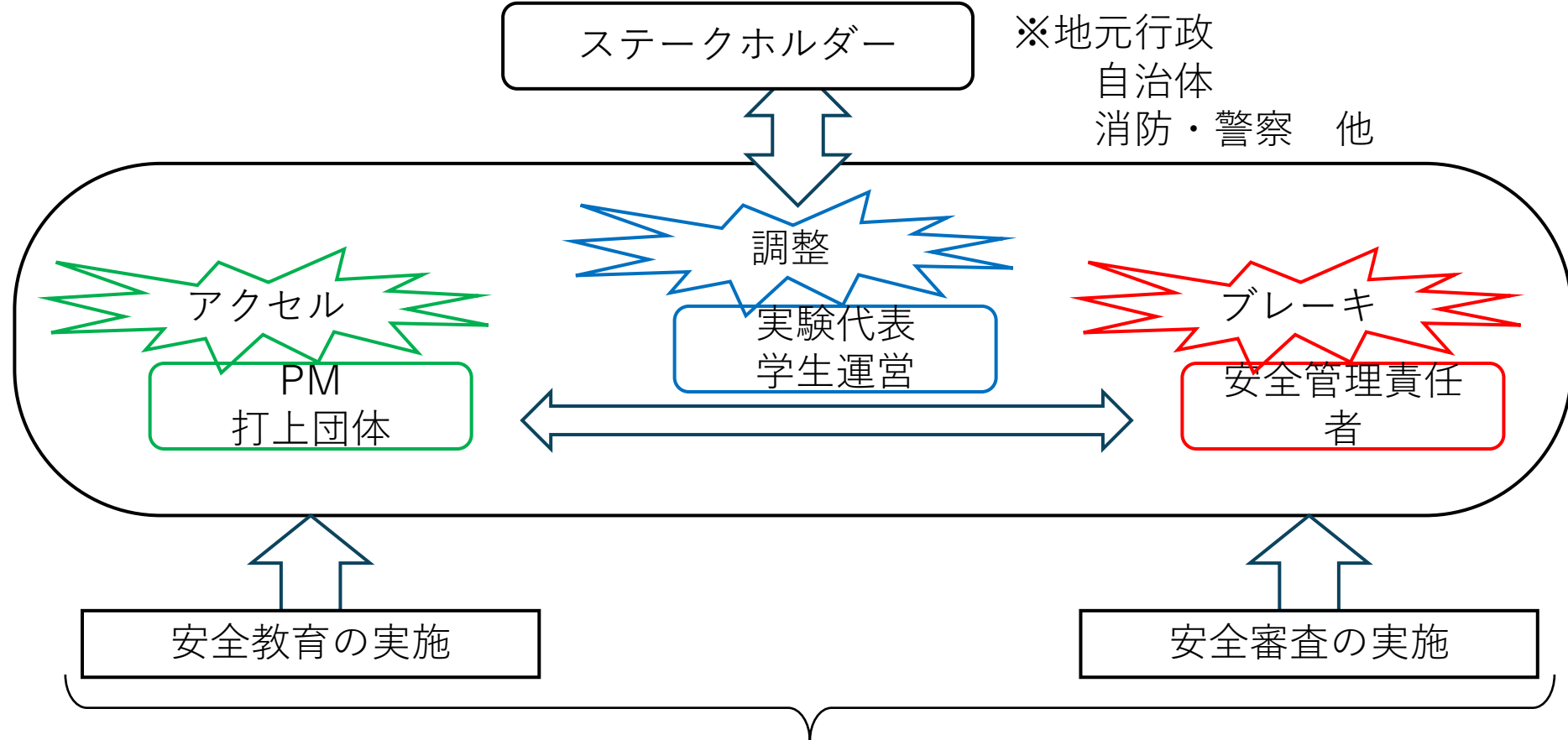
- 打上げ時警戒区域
  - 爆風影響範囲，飛散物影響範囲等を計算して決定。
- ロケット打上げ時は警戒区域内に立ち入らない。
  - 能代宇宙イベント時では，イベント会場より射点側に近付かないこと
  - 射場は原則立ち入り禁止なので，シーケンス中以外であっても勝手に立ち入らないこと
- 保安区域内に立ち入りがあると打上げが行えない。
  - 許可された人以外の立ち入りがあると，安全が確保できないのでシーケンスを中断せざるを得ない
  - たくさんの人に迷惑がかかるので，勝手な行動はしないこと

# 怪我・事故を未然に防ぐために

- ヒヤリハットによる事故の共有
  - 計測計器用のバッテリー（アルカリ電池）のコネクタ部分を制作する際にショートさせ火花を散らせた
  - 睡眠不足により，刃物を用いた作業中に手を切りそうになった
  - 机の端に工具があり，ぶつかった時に落下しけがをしそうになった
  - 指輪をしたままカーバッテリーの結線をして，工具と指輪を通して，ジュール加熱で指輪が指にめり込んだ。
- ここに書いたものがすべてではない
- 新たなヒヤリハットがあれば水平展開を行うなど，今後活かせるようにする

# 共同実験の安全と継続性

## 「弾道ロケット打上安全実施ガイドライン」に準拠した安全対策



第三者機関：合同会社エスイー（能代）、  
（株）オービタルエンジニアリング（御宿 / 伊豆大島）  
加太まちづくり株式会社（加太）

# 安全審査書

- 安全審査書は、安全審査という目的では「技術をアピールする書類」ではなく、「機体の安全を客観的に評価するための書類」
- 強度評価等でシミュレーション（有限要素法）等を用いるのであれば、シミュレーションをしたという事実を伝えるのではなく、どのような条件で計算を行い、その妥当性やその結果が安全を示すと考えられる根拠等が伝わるように書かれるべき
- 試験方法は、審査側が試験内容を十分理解できる（実物を渡せば試験を再現できる）程度に記載する
- 基本的には、想定しうる最も危険な状態で評価を行う

# 構造

- 開傘衝撃や着地衝撃に耐える強度であるか
- 減速装置（パラシュート）は適切な終端速度を与えるか
- ロケットや気球のペイロードとする場合,
  - 浮力が十分であり回収可能であるか
  - GPSやブザーといった回収に要する機構が着水後も動作可能であるか（水密等の対策）
  - ロケットの振動や飛翔中の荷重に耐えられるか

# 電装

- LiPoバッテリーを扱う場合は特に注意（次ページ以降）
- フェーズ移行のロジックが適切であり，適切な挙動を示すか
  - 落下中にパラシュートが分離されない
- 配線等が消費電力に耐えられる設計になっているか（電流・発熱..）
- 無線通信を行う場合
  - 通信距離が十分であるか（理想的な状態でなく，利得の低い姿勢であっても）
  - ペイロードとする場合，ロケットの機体の中であっても通信可能か
- 動作時間が十分か（計算だけでなく，ロングラン試験を実施）
  - ペイロードとする場合，打上げまでの待機時間や回収に要する時間に対して十分な余裕があるか

# LiPoバッテリーの取り扱い

- CanSatでは電源としてLiPoバッテリーを用いることが多い
- 小型で容量も大きく，出力も大きいため身近な製品にも数多く使われている
- 便利ではある一方，危険も孕んでおり取り扱いには十分注意が必要
- 十分に安全対策をとれないのであれば他のバッテリーの使用が望ましい



# LiPoバッテリーの取り扱い

- 強い衝撃や折れ曲がり避ける
  - 衝撃を吸収できる構造でないため内部でショートする可能性が高い
- 過充電を避ける（1セル当たり4.2 Vを超えないようにする）
  - 過充電やショートによりバッテリーが膨らむことがある
  - →内部で可燃性ガスが発生しており危険
  - →爆発や発火につながる
- 過放電を避ける（1セル当たり3.2 Vを下回らないようにする）
  - バッテリーの特性上、残量が少なくなると急激に電圧が降下する
  - 過充電同様にガスが発生する
  - 劣化により再使用（充電）が不可能になることも

# LiPoバッテリーの取り扱い

- 持ち歩きや保管時
  - 満充電な状態で保管しない（長期な場合は40~60%程度）
  - 高温多湿な場所は避ける
  - 近くに電気を通すものや可燃性のものを放置しない
  - セーフティバッグを用いる
- 処分時
  - 一般ごみとしては処分できないので、各自治体の指示に従う
  - 家電量販店等で回収してくれる場合もある

# LiPoバッテリーの取り扱い

- 異常時（判断基準）
  1. 電圧が正常な範囲（3.2-4.2V）でない
  2. 異臭や変形が確認できる
  3. 爆発や発火，発煙が確認できる
- 異常時（対処：1, 2の場合）
  - 異常の確認後，直ちに5%程度の食塩水につけ完全に放電させる（3日程度が目安）
  - 食塩水が薄いと十分に放電できない，濃すぎると塩素ガスを発生しやすくなるので注意（屋外や換気のされた場所で行う）
  - テスター等により放電が確認できれば不燃ごみとして処分（自治体に確認）

# LiPoバッテリーの取り扱い

- 異常時（対処：3の場合）
  - 基本的には消火器や消火砂を用いて消化する
  - 水による消火を行う場合**大量の水**を用意する
    - 水を少量かけただけではリチウムが発火するのみで危険
    - 十分な量の水があれば冷却が上回る
  - 海上での発火であれば，海上で鎮火するのを待つ
  - 火が収まった後は前述の方法で処理を行う

# リスクアセスメント

- 頻繁に直面するであろうリスクとそのリスクに対する防止策・対応策を表にまとめる

場面	リスク	防止策・対応策
製作時	コンセントから発火する	<ul style="list-style-type: none"><li>• タコ足配線は極力控える。</li><li>• 使用していないコンセントは取り外す。</li></ul>
製作時	部品の角で怪我をする	<ul style="list-style-type: none"><li>• 性能上問題ない場合は角を丸める。</li><li>• 角を丸めることが出来ない場合は、角にテープを貼り付ける。</li></ul>

# リスクアセスメント

場面	リスク	防止策・対応策
製作時	ハサミ，カッターなどで怪我をする	<ul style="list-style-type: none"><li>十分な作業場所を確保する.</li><li>周囲に作業することを知らせる.</li></ul>
製作時	はんだごてで火傷をする	<ul style="list-style-type: none"><li>十分な作業場所を確保する.</li><li>周囲に作業することを知らせる.</li></ul>
製作時・ CanSat 投下時	LiPoバッテリーが爆発や発火，発煙する	<ul style="list-style-type: none"><li>LiPoバッテリーの取り扱いを参照.</li></ul>

# リスクアセスメント

場面	リスク	防止策・対応策
CanSat 投下時	機体が人の上に落下する	<ul style="list-style-type: none"><li>• 飛来・落下用のヘルメットを装着する.</li><li>• 周囲の状況（建物等）から事前に落下可能範囲を決める.</li><li>• 落下可能範囲内に落下する風速の上限を事前に計算する.</li><li>• 落下可能範囲内に人が立ち入らないよう、複数人で封鎖をする.</li><li>• 投下前に封鎖が出来ているかを確認する.</li></ul>

# リスクアセスメント

場面	リスク	防止策・対応策
CanSat 投下時	機体が人の上に落下する	<ul style="list-style-type: none"><li>• 投下直前には，これから投下することを大声で周囲に知らせる。</li><li>• 投下時に風速を計測し，事前に計算した風速の上限を超える場合は投下を中止する。</li><li>• 機体が着地したことを確認するまで封鎖を維持する。</li></ul>



# 緊急時の対応と連絡先

- 実験規約書第8条第3項
  - 責任者が緊急事態と判断した場合、責任者は直ちに実験を中止し、実験従事者に指示を行う。この際、責任者以外の者に安全監査委員会（基本的には、代表と副代表）に連絡をさせる。さらに警察や消防などの緊急対応機関に通報する必要があるが判断した場合、実験責任者が緊急通報を行い、副実験責任者が実験従事者への指示を行い、この際、責任者以外の者に安全監査委員会（基本的に、代表と副代表）に連絡を行う。

# 緊急時の対応と連絡先

- 緊急時の連絡フロー

