

技術詳細報告書

所属(芝浦工業大学 芝浦衛星チーム)

チーム(AMPM)

内容

1. ミッションについて.....	エラー! ブックマークが定義されていません。
2. 要求分析	3
3. 試験/解析の結果・内容.....	6
4. 会計/電力/質量/サイズの配分	22
5. 設計図	32
6. 使用部品	34
7. 製作時に使用した機材・サービス	36
8. その他	36

2016 年 10 月 12 日

作成者名

南之園 彩斗

小見山 瑞綺

小室 雄太郎

小野田 圭佑

1. 要求分析

—ミッションステートメント—

地中水分測定機能をもったローバー型 CanSat を用いて、着地点から既定のゴールにかけて地中を調査していき含有水分の有無を確認する

	内容
ミニマムサクセス	キャリアからの射出～パラ分離シーケンスまでの正常稼動
ミドルサクセス	水分測定を行う
フルサクセス	複数個所において水分の有無を確認する
アドバンスドサクセス	任意の場所において水分測定をする

—システム図—

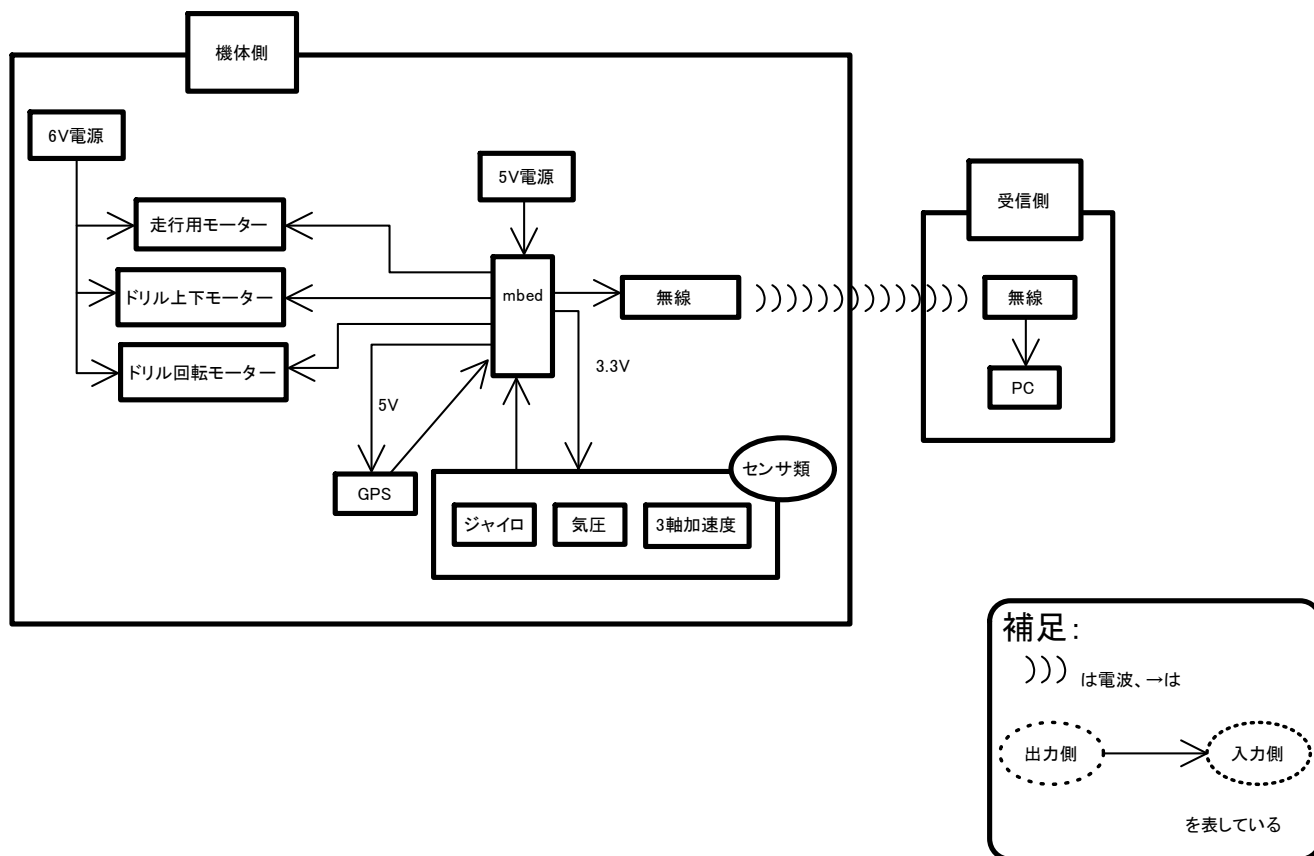


図1 システム図

2.要求分析

要求 番号	仕様値	設計方針	保証方法	設計結果	備考
R1	質量と容積がレギュレーションを満たすことが確認できている	内径 146mm 高さ 240mm の筒を用い、レギュレーションを満たすか確かめる	キャリアに入れた状態からキャリアを逆さまにし、自重だけで放出されることを確認する	タイヤ径が 143mm 最大横幅 210mm(パラシュートなし)の機体となった。パラシュートを入れると 238mm ほどに収まる。	
R2	ロスト対策を実施しており、有効性が試験で確認できている	無線を搭載し、地上局との通信可能距離内での通信を行うようにする	機体に搭載された無線と地上局側が距離 2km で通信を行える	通信可能距離 2km の無線を機体側と地上局側で 2 機用意し、十分な距離間での通信が可能	
R3	地表近くで危険な速度で落下させないための減速機構を有し、その性能が試験で確認できている	パラシュートを搭載することで機体の効果速度を調整する	パラシュートの終端速度を降下時間から割り出す	減速機構は終端速度 3.8m/s 機体にダメージは加わらない	
R4	打ち上げ時の準静的荷重によって、安全基準を充足するための機能が損なわれないことが試験で確認できている	自重の 10 倍の力を機体全体に加えた後機体の動作に影響がないようにする	1.5m の紐の先に機体をつけ 10G 以上の遠心力をかける	12G が加わった場合でもセンサ、および機体の動作に以上がなかった	
R5	打ち上げ時の振動荷重によって、安全基準を充足するための機能が損なわれないことが試験で確認できている	ロケットの打ち上げの際の振動に耐えうるようにする	振動試験装置を用い、レギュレーションの振動を機体に加えた後、動作確認を行う	ロケットで加わるであろう振動が加わった後でも、機体のセンサおよび機体動作は正常である	
R6	分離時の衝撃荷重によって、安全基準を充足するための機能が損なわれないことが試験で確認できている	パラシュートが開いた際の衝撃に機体、およびパラシュートが耐えられる	投下試験を行い機体がパラシュート展開時に破損しないことを確認する	パラシュート展開時に空中分離、および機体が破損することはないものである	

R7	打ち上げ時の無線機の電源 OFF の規定を遵守できることが確認できている (FCC 認証かつ 100mW 以下の機器は OFF しなくて良い)	用いる無線機は、FCC 認証かつ 100mW 以下の機器であるため、電源を OFF にする必要はない			
R8	無線のチャンネル調整に応じる意思があり、また実際に調整ができることを確認できている	他団体と周波数がバッティングしないようにする	実際にチャンネル変更を行い、通信をし、確認する	チャンネルを変えても通信が出来た	
R9	R1～R8 の充足を確認した設計の機体によって、ロケットへの装填から打ち上げ後の回収までを模擬した End-to-end 試験を実施できしており、今後、安全性に関わる大幅な設計変更はない	パラシュート、分離機構、ミッション機構、移動機能をラジコンモードで検証後、それらを制御できるプログラミングを開発する	能代宇宙イベントにおいて機体が着地→パラ分離→ミッション実行→目的地への移動までのシーケンスを実行できることを確認する	能代宇宙イベントにおいて着地→パラ分離→ミッション実行までのシーケンスをクリアできたが移動がうまく行えなかった。しかし、10 分間の移動シーケンスを通してゴールへ向かおうとしていることは確認できた	スタビライザーの再設計により、移動の問題点を解決
R10	ミッション時に人間が介在しない自律制御を実施することが確認できている (注：2014 年のレギュレーション改定以降、地上局設備に計算機能を持たせてアップリンクしても良い)	実行ボタンを押した状態から、投下からミッションおよびランバックシーケンスまでの実行が行えるプログラムにする	能代宇宙イベントにおいて機体が着地→パラ分離→ミッション実行→目的地への移動までのシーケンスを実行できることを確認する	実行ボタンを押してからランバックシーケンスまでの自立制御が行える	

R11	ミッション後、規定された制御履歴レポートを運営者へ提出する準備ができてい る(以下の根拠の項に制御履歴レポートの例を添付すること、ダミーデータを使用しても良い)	ミッションである水分調査を行った際に得られた電気伝導率のデータをマイコン内に記録し、データ化する	機体にミッションシーケンスまでを行わせ、その際に得られたログを回収する	水分測定の結果をログに残すことが可能である。(能代宇宙イベントにおいては電気伝導率最大 33%という水分を保有していることを示す値が得られた)	
R12	地中の電気伝導率を読み取ることで地中の水分測定が行える	テスターと同じ仕組みで地中の電気伝導率を調査する。そのデータと文献値を比較できるようにする	電気伝導率を 0～1 で表示させ、水分濃度調査が行えているか確かめる	地中に刺した場合、そうでない場合とで大きく値に変化が見られ、電気伝導率の値からその土壌が水分を保有するか否か分析できる	
R13	機体が安定した姿勢を保ち、多様な地形上での走行が可能である	車輪 2 つスタビライザー 1 つの 3 支点走行を行わせる	機体をラジコンモードにより操作し走行性能を確かめる	地面が緩すぎる大地(ビーチのような)でない限り、安定した走行を行える	
R14	機体がミッション遂行に要する時間駆動可能である	機体が時間あたりに消耗する電気料を考慮してバッテリーを選ぶ	End-to-end 試験を行いバッテリーの容量が足りているかを検証する	バッテリーはミッションおよびカムバックを行うにあたり容量は十分である	

3.試験/解析の結果・内容

3.1 検証項目一覧

番号	検証項目名	対応する自己審査項目の 要求番号（複数可）	実施日
V1	質量測定	R1	2016/08/09
V2	キャリア収納試験	R1	2016/08/09
V3	TWE-Lite Dip 位置情報通信試験	R2	2016/08/09
V4	落下試験	R3	2016/08/18
V5	静荷重試験	R4	2016/09/04
V6	振動試験	R5	2016/09/02
V7	分離衝撃試験	R6	2016/08/18
V8	無線機レギュレーション遵守確認試験	R7	2016/09/09
V9	通信周波数変更試験	R8	2016/07/13
V10	End-to-end 試験	R9,R10	2016/09/05
V11	制御履歴レポート作成試験	R11	2016/07/19
V12	水分測定試験	R12	2016/07/07
V13	走行試験	R13	2016/08/18
V14	駆動可能時間計測試験	R14	2016/08/18

3.2 検証詳細

(V1)質量計測

目的

機体の重量(パラシュートを含む)が 1050g 以下であることを確認する。

試験内容

電子測りの上に機体およびパラシュートをのせ、測りに表示される値を読み取った。

結果

計測の結果、1047g であり、レギュレーションの 1050g 以内に収まった。以下に計測時の写真を示す。



図 2 質量計測

結論

レギュレーションをクリアしているため現在の機体重量で進める。

(V2)収納実験

目的

機体収納時の寸法が $\phi 146\text{mm} \times 240\text{mm}$ に収まっていることを確認する。

試験内容

機体および折りたたんだパラシュートの寸法を差し金で計測した。

結果

機体寸法は $\phi 143\text{mm} \times 236\text{mm}$ であった。以下に計測時の写真を示す。

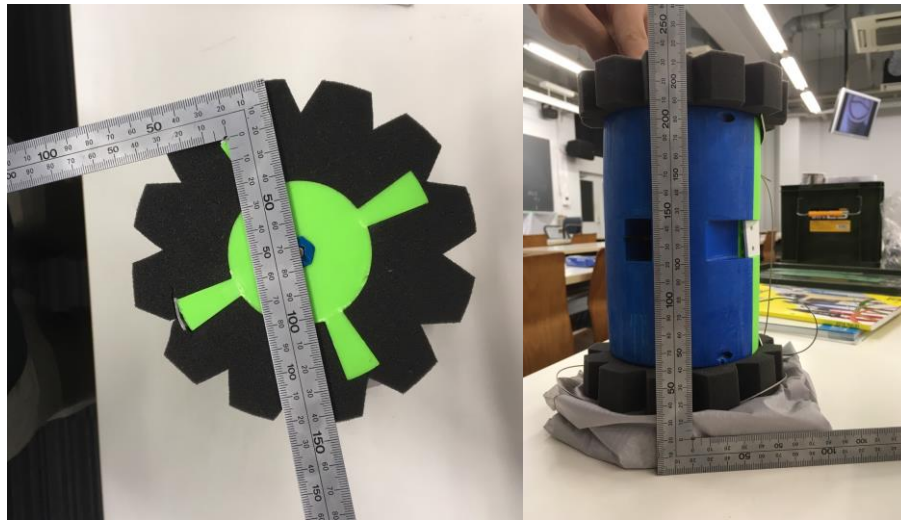


図3 キャリア収納確認

結論

レギュレーションをクリアしているため現在の機体形状で進める。

(V3)TWE-Lite Dip 位置情報通信試験

目的

競技中に機体がロストしない距離で通信できることを確認する。

試験内容

CanSat と地上局の無線通信において、CanSat を地上局から徐々に離していき、通信ができなくなる距離を確認する。

結果

芝浦工業大学大宮キャンパスにて試験を行い、機体側で取ったログと地上局側で取ったログをグラフ化し、実際の地図に重ねたものを以下に示す。



図4 位置情報の軌跡

橙色が、CanSat が記録した GPS の値であり、青色が地上局の GPS ログである。
赤色の丸が地上局の設置場所であり、建物の裏などでなければ、125m の通信ができることが分かった。
これにより、地上局から半径 125m の通信ができることが分かった。

結論

競技中に機体がロストしない距離で通信できることを確認できた。

(V4)落下試験

目的

落下時に分離機構が作動しないこと、十分な減速ができることを確認する。

試験内容

質量 1 kg の物体にパラシュートを取り付け、地上から 9m の位置から落下させた。
パラシュートが開いた瞬間から計測を開始し着地までに要した時間より速度を割り出し、平均降下速度を求めた。
自然落下した際の降下速度は重力加速度 $9.8[m/s^2]$ をとすると、約 $13.3[m/s]$ である。
また、能代宇宙イベントにて実際に機体を投下し、パラシュートの性能を検証した。

結果

測定結果

回数	落下時間[s]
1 回目	2.3
2 回目	2.1
3 回目	2.2

測定結果より、平均落下時間は $2.2[s]$ であった。

よって、平均降下速度 $v[m/s]$ は h (投下高度)、 s (落下時間) を用いて

$$v = h/s = 8.64 \div 2.2 \approx 3.93[m/s]$$

と算出した。

また、能代宇宙イベントでは気球に取り付けられた高度約 70m のキャリアから投下試験を行い、パラシュートが問題なく開傘することを確認した。

結論

パラシュート展開後の降下速度は、自然落下時に比べ 3 分の 1 以下に減速しているため、パラシュートの減速能力は十分である。

(V5)静荷重試験

目的

機体が 10G 以上の静的荷重に耐えられることを確認する。

試験内容

機体をロープにくくりつけて振り回し、遠心力を利用して機体に 12G の負荷をかけた。

まず、必要とされる G を発生させる条件を計算によって算出した。

機体を 1050g(=1.05kg) とすると、期待する G を発生させるための遠心力は

$$F = 12 \times 1.05 \times 9.81 = 123.606[\text{N}]$$

となる。遠心力： $F = mr\omega^2$ より、機体の質量を $m = 1.05[\text{kg}]$ 、ロープの半径を $r = 1.5[\text{m}]$ とすると、角速度 ω は、

$$\omega = 8.856[\text{rad/s}] = 507.6[\text{度/s}]$$

となるから、

$507.6^\circ \div 360^\circ$ より、1 秒間に 1.4 回転すれば条件を満たすことがわかった。

これをもとに機体を回転させ、機体に変形や破損が生じないかどうかを確認した。

結果

事前の計算結果に基づき、ロープを 1.3m に調整し、機体を片方のタイヤを下にして収納できる袋に入れ、人力で振り回した。

(機体の袋に入れた位置がロープを結び付けた位置から 20cm 離れているため、ロープの長さと合わせて $r = 1.5[\text{m}]$ とした)

ストップウォッチで 1 回転にかかる時間を計測し、以下の表にまとめた。

回転回数[回]	1 回転にかかる時間[s]
1	0.98
2	0.88
3	0.59
4	0.64
5	0.69
6	0.68
7	0.66
8	0.75
9	0.77
10	0.73
11	0.81
12	0.83
13	1.12
14	1.85

回転の最初と最後は誤差が大きいと考え、回転回数 3～10 回目の 1 回転にかかる時間を用いて 1 秒当たりの回転回数を求めた。3～10 回目の 1 回転にかかる時間の平均を求めると $0.68875[\text{s}]$ であり、この速度では 1 秒間におよそ 1.45 回転しており、条件を満たしていることが確認できた。

また、3～10 回目の 1 回転にかかる時間からそれぞれ角速度を求め、そこから遠心力を求めると平均で

130.3568≒130[N]と求まり、機体(=1.047kg)には

$$\frac{130}{1.047 \times 9.81} = 12.6915G$$

の負荷がかかったことが確認できた。

試験後に機体を確認したが、変形や破損は認められなかった。

結論

機体は 10G 以上の静的荷重に耐えられる。

(V6)振動試験

目的

ロケット発射時の振動に耐えられることを確認する。

試験内容

以下に示す東京大学中須賀研究室が所有する振動装置を用いて、ロケット上昇時の振動を模擬した 30Hz ～2000Hz で 30 秒間のランダム振動荷重と、ロケットからの放出時の衝撃を模擬した 40G までのショック振動の 2 種類の振動をキャリアに収納した状態の機体につけ、キャリアから取り出した後に機体が正常に動作することを確認した。



図 5 使用した振動試験装置

結果

試験後にキャリアから取り出した機体を確認したところ、外装や内部の電装系に変形や破損は認められず、正常に動作することが確認できた。

なお、左右のタイヤで回転速度が異なっていたが、これは機体中のモーターが振動によりモーターカバーから外れてしまい、機体とタイヤの隙間がなくなってしまったため起こった問題であると判断した。

この問題への対策として以下の写真の様にカバーとモーターをネジ止めすることでズレが起これないようにした。

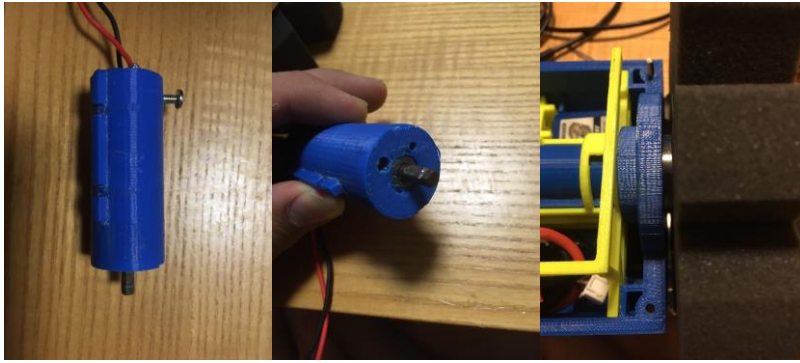


図 6 モーターの対策

結論

機体はロケット打ち上げの際に生じる振動に耐え正常な動作を行える。

(V7)分離衝撃試験

目的

ロケットから分離した際の衝撃に機体が耐えられることを確認する。

試験内容

能代宇宙イベントで気球に取り付けられた高度約 70m のキャリアから投下試験を行い、機体を高度 70m から落下させ、パラシュートが開き始めてから開き終わるまでに機体にかかる加速度を求め、どれくらいの G に機体が耐えられたのかを検証した。

結果

まず、能代宇宙イベントにおける機体の投下実験時の映像から終端速度を求めた。パラシュートが開き始めた時点の速度を v 、投下直後の速度を v_0 、重力加速度を g 、パラシュートが開き始めるまでの時刻を t 、分離時の衝撃による加速度を a 、パラシュートが開き始めてから地面に到達するまでの機体の移動距離を x とすると、

$$v = v_0 + gt$$

$$v_f^2 - v^2 = 2ax$$

の 2 式を用いて、 $v_0 = 0[\text{m/s}]$ 、 $g = 9.81[\text{m/s}^2]$ 、 $t = 1.2[\text{s}]$ 、 $x = 0.5[\text{m}]$ 、 $v_f = 3.93[\text{m/s}]$ とすると、

$$v = 0 + 9.81 \times 1.2 = 11.772[\text{m/s}]$$

$$3.93^2 - 11.772^2 = 2a \times 0.5$$

となり、

$$a = \frac{3.93^2 - 11.772^2}{2 \times 0.5} = -123.135084[\text{m/s}^2]$$

と求まった。

次に、パラシュート展開時の加速度の理論値として、パラシュートに用いた布地の面積から終端速度 v_f の式は、質量 m 、重力加速度 g 、布地面積 S 、空気密度 ρ を用いて、

$$v_f = \sqrt{\frac{mg}{S\rho}}$$

と表されるから、それぞれに値を代入して計算すると、
機体の質量 $m = 1.05[\text{kg}]$ 、重力加速度 $g = 9.81[\text{m/s}^2]$ 、半径が $0.75[\text{m}]$ のパラシュートの面積 $S = 0.75^2\pi[\text{m}^2]$ 、
気温 10°C における文献値による空気密度 $\rho = 1.247[\text{kg/m}^3]$ より、

$$v_f = \sqrt{\frac{1.05 \times 9.81}{0.75^2\pi \times 1.247}} = 2.16202[\text{m/s}]$$

となる。これから加速度を求めると、

$$v_f^2 - v^2 = 2ax$$

より、

$$a = \frac{2.16202^2 - 11.772^2}{2 \times 0.5} = -133.90654[\text{m/s}^2]$$

以上の結果より、実験値と理論値のそれぞれで分離衝撃がどれくらいになるかを求めると、
実験値では

$$\frac{a}{g} = 12.552G$$

理論値では、

$$\frac{a}{g} = 13.650G$$

となった。

結果として、理論値に対して実験値は終端速度が速かったため実際の分離衝撃は小さくなったと考えられる。
能代宇宙イベントにおいて分離衝撃後、機体が正常に動作していたことから、機体は分離衝撃に耐えられる
と言える。

結論

機体は予想される衝撃に耐えられる。

(V8)無線機レギュレーション遵守確認試験

目的

搭載する無線機が FCC 認証を得ており、送信出力が 100mW 以下の機器であることを確認する。

試験内容

FCC 認証について、搭載する無線機である TWE-Lite DIP が認証を得ていることを発売元であるモノワイヤレス株式会社のホームページにて確認し、かつ機器の表面に FCC ID(Z7W-L1)が刻印されていることから確認した。

また、送信出力についてモノワイヤレス株式会社の公表している仕様書により、2.5dBm であることを確認した。

結果

搭載する TWE-Lite DIP が FCC 認証を得ていることが確認できた。参考にしたホームページの URL お

よび搭載する機器の写真を以下に示す。

- ・ TWE-LITE（トワイライト）海外電波認証対応 - MONO-WIRELESS.COM
<http://mono-wireless.com/jp/products/approvals/index.html>
(2016/09/09 閲覧)

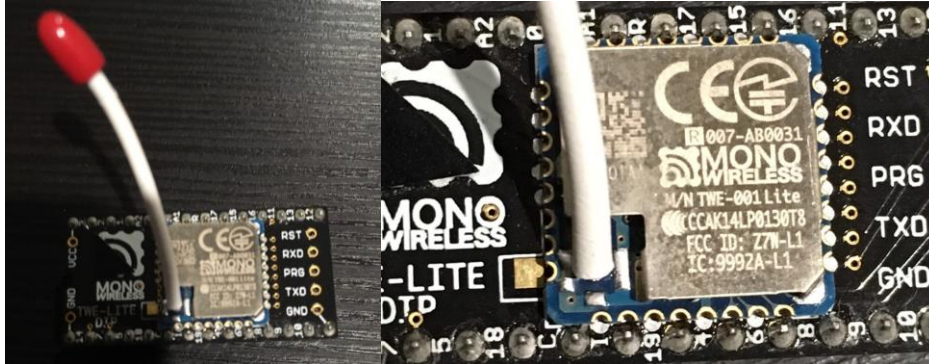


図 7 TWE-Lite の FCC 認証

また、送信出力について、2.5dBm であるから、100mW=20dBm 以下であることが確認できた。
参考にした仕様書の URL を以下に示す。

- ・ TWE-Lite (TWE-001L) 仕様書 Ver2.1 (MAR-2016) モノワイヤレス株式会社
<http://mono-wireless.com/jp/products-TWE-LITE-MNO-PDS-TWE001L-JP-2.10-2.pdf>
(2016/09/09 閲覧)

結論

搭載する無線機が FCC 認証を得ており、送信出力が 100mW 以下の機器であることから、レギュレーションを満たすことを確認できた。

(V9)通信周波数変更試験

目的

無線のチャンネル変更の仕方を確認する。

確認方法

TWE-Lite の設定画面にて、チャンネル変更を行い、親機子機間で通信ができているか確認した。

結果

チャンネル変更しても、通信を行うことができた。

結果を以下に示す。

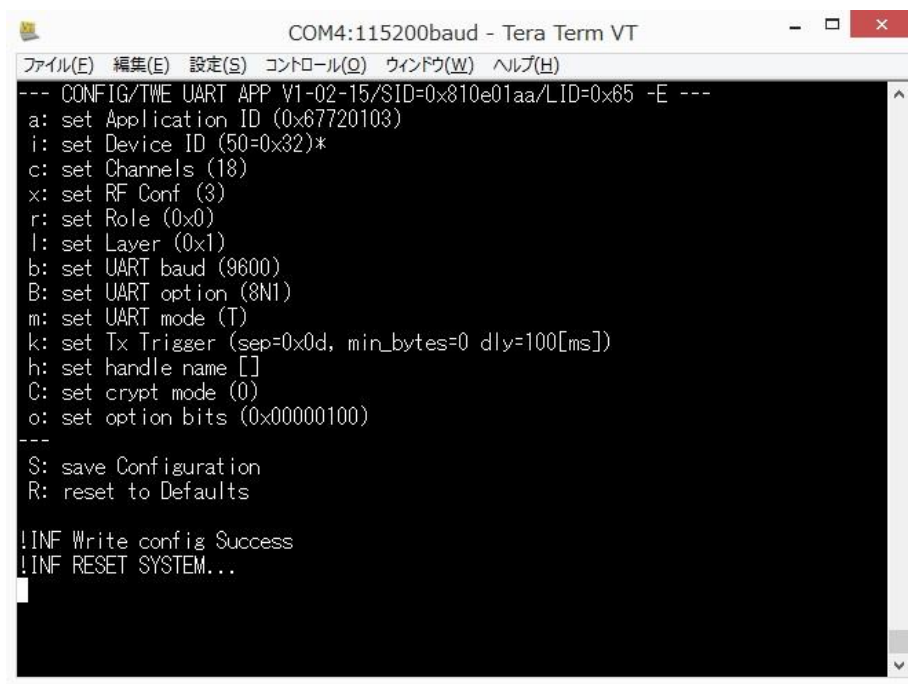


図 8 子機チャネル 18 に設定した画面

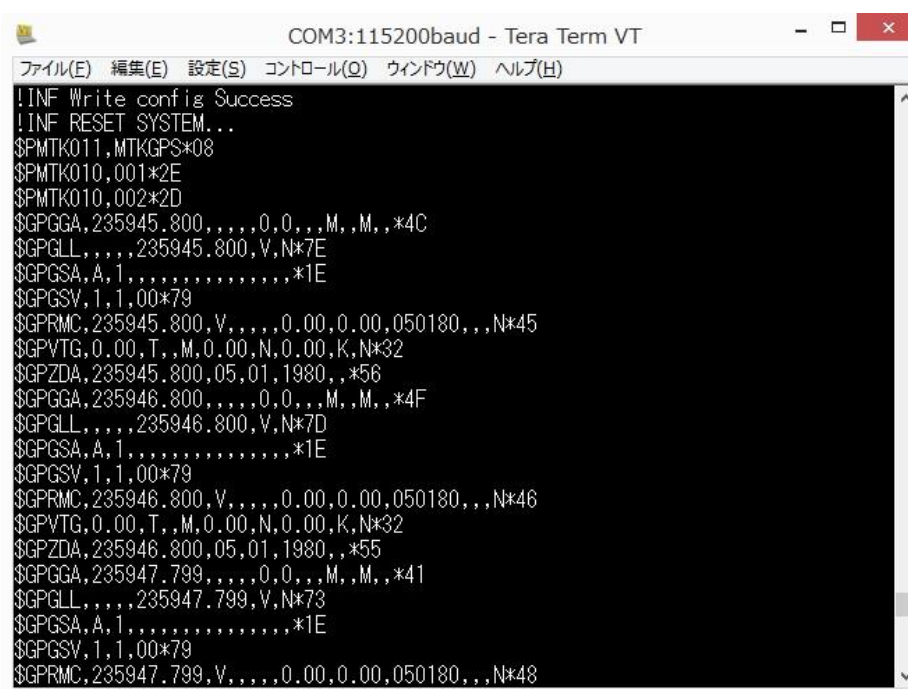


図 9 親機 GPS 情報受信画面

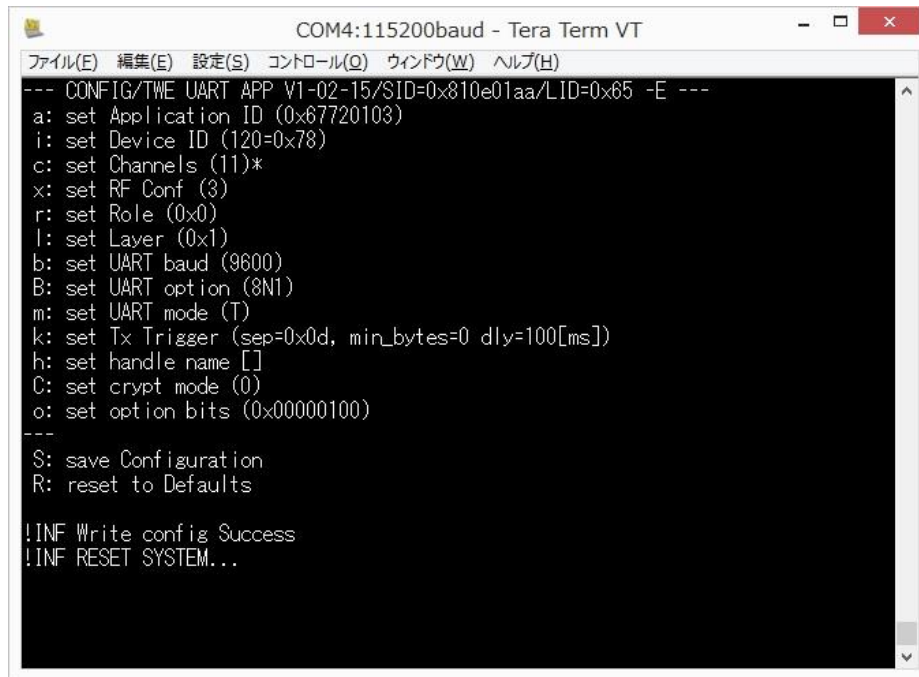


図 10 子機チャネル 11 にセットした画面

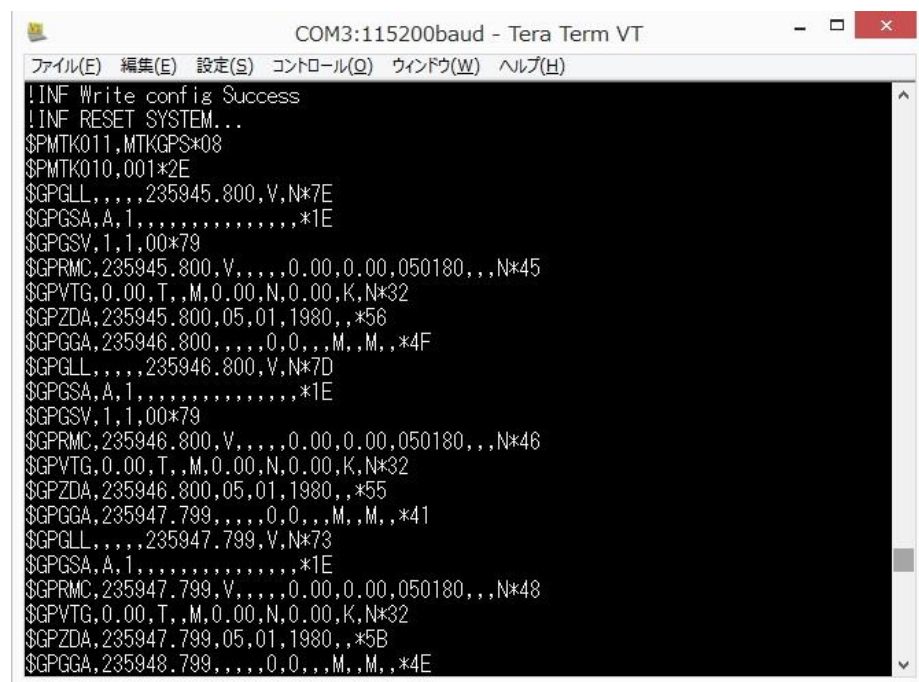


図 11 親機 GPS 情報受信画面

結論

チャネル変更に応じることができ、且つ、通信も問題なく行える

(V10)End-to-end 試験

目的

機体が自律して課したミッションを遂行できることを確認する。

試験内容

第 12 回能代宇宙イベントの CanSat 競技に参加し、「投下→着地→分離→走行→水分測定→ゴール」の一連の動作が行えることを確認する。

結果

投下→着地→分離→走行→水分測定までのプロセスを達成できたが、スタビライザーの効力が草地では十分に発揮できず、ゴールまでは到達できなかった。

しかしながら、ARLISS の競技フィールドは砂地であるため、現在の設計のスタビライザーのままでも走行は可能と考える。

ゴール検知が行えなかった点については後日別途試験を行い、検知後に停止できることを確認した。

結論

機体の投下からゴールへの到達まで一連の動作を通して行える性能がある。

(V11)制御履歴レポート作成試験

目的

制御内容を記録できることを確認する。

試験内容

1 秒ごとに、「開始からの時刻, GPS 時刻, 緯度, 経度, 有効衛星数, 標準楕円体標高, ジオイド高, 気圧, 温度, 加速度 x,y,z, 水分, フェイズ, メッセージ」の記録を取り、mbed に LOG を作成した。

結果

1 回目

開始からの時刻, GPS 時刻, 緯度, 経度, 有効衛星数, 標準楕円体標高, ジオイド高, 気圧, 温度, 加速度 x,y,z, 水分, フェイズ, メッセージ

1.021434, 800, 0.000000, 0.000000, 0, 0.000000, 0.000000, 674.572266, 68.056252, 129, 17, 250, 0.824908, 調査, 上下盤モーター回転開始

2.021414, 800, 0.000000, 0.000000, 0, 0.000000, 0.000000, 674.572266, 68.056252, 128, 5, 245, 0.828327, 調査,

3.021446, 800, 0.000000, 0.000000, 0, 0.000000, 0.000000, 674.572266, 68.056252, 129, 4, 242, 0.823932, 調査, ドリル回転開始

4.021443, 800, 0.000000, 0.000000, 0, 0.000000, 0.000000, 674.572266, 68.056252, 129, 6, 242, 0.818071, 調査, ドリル回転開始

5.021423, 800, 0.000000, 0.000000, 0, 0.000000, 0.000000, 674.572266, 68.056252, 138, 1, 240, 0.206838, 調査, ドリル回転開始

6.021456, 800, 0.000000, 0.000000, 0, 0.000000, 0.000000, 674.572266, 68.056252, 132, 2, 240, 0.162637, 調査, ドリル回転開始

7.021451, 800, 0.000000, 0.000000, 0, 0.000000, 0.000000, 674.572266, 68.056252, 128, 6, 247, 0.688889, 調査, ドリル回転開始

8.021408,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,129,3,246,0.726984,調査,
ドリル回転開始

9.021442,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,129,5,242,0.733333,調査,
ドリル回転開始

10.021435,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,129,6,244,0.719902,調査,
ドリル回転開始

11.021415,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,129,4,241,0.788278,調査,
はかりはじめた！

12.021504,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,134,2,241,0.042247,調査,
13.021498,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,121,15,288,0.724786,調査,
14.021478,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,130,4,241,0.774847,調査,
15.021513,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,129,4,242,0.770452,調査,
16.021486,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,139,12,258,0.000000,調査,上下盤上昇開始

17.021435,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,130,7,244,0.691331,調査,
18.021444,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,130,2,241,1.000000,調査,
19.021408,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,134,1,240,0.000000,調査,
20.021376,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,127,5,250,0.774603,調査,
21.021408,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,129,4,241,0.748474,調査,
22.021414,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,98,1,213,0.785836,調査,
23.021383,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,133,12,242,0.571184,調査,
24.021418,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,113,1,236,0.743834,調査,
25.021423,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,134,6,246,0.808547,調査,
26.021391,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,128,2,243,1.000000,終了,

2回目

開始からの時刻,GPS 時刻,緯度,経度,有効衛星数,標準楕円体標高,ジオイド高,気圧,温度,加速度 x,y,z,水分,フェイズ,メッセージ

1.041960,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,137,49,106,0.164835,調査,
前進しまーす

2.016550,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,155,16,188,0.168742,調査,
3.042472,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,158,25,203,0.170696,調査,
4.016241,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,172,56,143,0.176801,調査,
5.045969,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,148,22,157,0.189011,調査,
6.016203,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,172,40,158,0.199023,調査,
上下盤モーター回転開始

7.018036,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,170,37,168,0.190476,調査,
8.016200,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,166,59,164,0.202686,調査,

ドリル回転開始

9.016370,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,170,46,154,0.207082,調査,

ドリル回転開始

10.037850,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,171,38,152,0.469109, 調査,ドリル回転開始

11.047049,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,169,39,159,0.130159,調査,ドリル回転開始

12.016429,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,181,29,158,0.000000, 調査,ドリル回転開始

13.017728,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,193,21,144,0.185836, 調査,ドリル回転開始

14.037403,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,191,15,151,0.213187, 調査,ドリル回転開始

15.016205,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,187,33,152,0.181685, 調査,ドリル回転開始

16.016233,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,201,6,148,0.685959,調査,はかりはじめた！

17.016199,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,180,19,162,0.740659, 調査,

18.035913,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,194,18,148,0.590476, 調査,

19.016251,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,184,8,155,0.361172,調査,

20.016256,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,186,33,152,0.276190, 調査,

21.016272,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,188,31,150,0.252747, 調査,上下盤上昇開始

22.016302,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,195,38,130,0.418315, 調査,

23.016214,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,194,45,134,0.318437, 調査,

24.016296,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,198,6,126,0.244444,調査,

25.016245,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,207,31,125,0.211477, 調査,

26.016207,800,0.000000,0.000000,0,0.000000,0.000000,674.572266,68.056252,202,38,112,0.200000,終了

(注)センサ類は読み込んだ値をそのまま出力している。

結論

提出する LOG は作成できることが確認できた。しかし、GPS の内容が明らかに不適切であるため、同型の GPS を新たに購入し、再実験を 2016 年 7 月 31 日までに行う。

(V12)水分測定試験

目的

機体が静止した状態で地中に穴を掘り、地中の水分測定が行えることを確認する。

試験

乾燥した土、水分を含んだ土、水道水において電気伝導率を測定し、伝導率の値が理論的な値に基づいて変化するかを考察した。

水分計の原理はテスターと同じであり、+側から流れた電流をマイナス側でどれだけ受け取ったかを測定する。0～1 で測定し 0 が電気伝導率 0%、1 が電気伝導率 100%である。

結果

測定場所条件	結果
水分なし(大気中)	値 0 が返り値
草の生えた土	値 0.2 前後が返り値
湿らせた土	値 0.6 前後が返り値
水道水	値 0.8 前後が返り値

結論

読み取れた理論値から地中に水分があるかどうかを確かめることが可能であることが確認できた。また、細かい測定値をマイコンに学習させることによって水分濃度を判定することも可能であると言える。

(V13)走行試験

目的

機体が多様な地形上において走行が可能であることを確認する。また、機体が身動きを取れなくなった時の対処法についても確認する。

試験内容

機体をラジコンモードにて多様な地形(砂地、砂利道、アスファルト、傾斜など)において走行させる。さらに、機体の片輪を地面の窪みにはめ、身動きを取れなくした後、自立制御により、機体自身で脱出させる。

結果

機体は平面的な地形では問題なく走行でき、窪みからの脱出にも成功した。

結論

走行性能に問題はないと判断する。

(V14)駆動可能時間計測試験

目的

機体がミッションを遂行するために要する時間の間、機体の駆動が可能であることを確認する。

試験内容

第12回能代宇宙イベントの CanSat 競技に参加において、「投下→着地→分離→走行→水分測定→ゴール」の一連の動作を行う間、駆動が可能であることを確認した。

結果

水分測定を行うまでの間、問題なく駆動していた。

結論

ミッションを遂行するために要する時間の間、機体の駆動が可能である。

4. 会計/電力/質量/サイズの配分

【会計】

品名	型番	単価	個数	金額	購入場所
モーター等		3,836	1	3,836	タムタム 秋葉原店
スポンジ型やすり 等		918	1	918	ダイソー LaLa テラス南千 住店
スポンジ		2,784	1	2,784	コーナン商事
カッター		480	1	480	千石電商 秋葉原本店
プラスチックカッ ター		415	1	415	千石電商 秋葉原本店
やすり		640	1	640	千石電商 秋葉原本店
LPS25H 使用 気圧 センサーモジュー ル DIP 化キット		600	1	600	秋月電子電商 秋葉原店
mbed LPC1768		5,940	1	5,940	SWITCHSCIENCE
スプリング蝶番	TH-61SUS-3	264	1	264	モノタロウ
ステンレススプリ ング蝶番	TSH-25C	287	1	287	モノタロウ
スプリング蝶番	TH-61B-1	258	1	258	モノタロウ
スプリング丁番	HG-SH-20C	103	1	103	モノタロウ
配送費		540	1	540	モノタロウ
代引手数料		324	1	324	モノタロウ
スティックのり		345	1	345	西友 東大宮店
異径インラインカ ラー		626	1	626	千石電商 秋葉原本店
異径インラインカ ラー		626	1	626	千石電商 秋葉原本店
平ギア		388	1	388	千石電商 秋葉原本店
照度センサ(フォト トランジスタ)	NJL7502L	100	2	200	秋月電子通商 秋葉原店
スペーサー		464	1	464	西川電子部品
インラインカラー		467	2	934	ProjectWhite
ラックギア		1,170	1	1,170	ProjectWhite
消費税		168	1	168	ProjectWhite
GPS 受信機キット 1PPS 出力付き「み ちびき」対応	AE-GYSFDMAXB	2,200	1	2,200	秋月電子通商 秋葉原店
ドリル等		324	1	324	ダイソー LaLa テラス南千

					住店
USB ペン型電動彫 刻ドリル		3,480	1	3,480	レアモノショップ サンコ ー
SD カードリーダー		799	1	799	あきばお〜 2 号店
ポリミドテープ		2,000	1	2,000	Amazon
モーター	POLOLU2215	2,030	2	4,060	ProjectWhite
消費税		324	1	324	ProjectWhite
マイクロギアボッ クス減速モーター		539	2	1,078	Amazon
透明蝶番		520	1	520	スーパービバホーム 豊洲 店
銅サイコロ		477	1	477	スーパービバホーム 豊洲 店
消費税		79	1	79	スーパービバホーム 豊洲 店
基礎入門 EAGLE によるプリント基 板製作の素		2,678	1	2,678	楽天ブックス
モーター	NS-20SG-67-6Y203 A2	4,500	2	9,000	中津製作所
代引き手数料		400	1	400	中津製作所
消費税		2,192	1	2,192	中津製作所
リチウム DE 2		646	1	646	あきばお〜 0 号店
リポバッテリー		1,990	1	1,990	Amazon
デュアル・モーター ドライバ	TB6612FNG	1,117	3	3,351	SWITCHSCIENCE
片面ガラス・薄型ユ ニバーサル基板		60	5	300	秋月電子通商 通販センタ ー
細ピンヘッダ		40	2	80	秋月電子通商 通販センタ ー
ZigBee ワイヤレス モジュール TWE-Lite Dip-WA (完成品)	TWE-L-DI-W	1,945	2	3,890	秋月電子通商 通販センタ ー
送料		500	1	500	秋月電子通商 通販センタ ー
ステンレスシャフ ト		143	1	143	ProjectWhite
アルミ板		429	1	429	ProjectWhite

消費税		45	1	45	ProjectWhite
汎用小信号高速スイッチニング・ダイオード		100	1	100	秋月電子通商 通販センター
オーディオアンプIC		60	1	60	秋月電子通商 通販センター
Nch J-FET		20	1	20	秋月電子通商 通販センター
ロータリースイッチ		150	1	150	秋月電子通商 通販センター
小型ボリューム		40	1	40	秋月電子通商 通販センター
小型ボリューム		40	1	40	秋月電子通商 通販センター
小型ボリューム		40	1	40	秋月電子通商 通販センター
絶縁型ラジアルリード型積層セラミックコンデンサー		100	1	100	秋月電子通商 通販センター
片面ガラス・薄型ユニバーサル基板		100	1	100	秋月電子通商 通販センター
絶縁型ラジアルリード型積層セラミックコンデンサー		100	1	100	秋月電子通商 通販センター
絶縁型ラジアルリード型積層セラミックコンデンサー		100	1	100	秋月電子通商 通販センター
フィルムコンデンサー		10	5	50	秋月電子通商 通販センター
エレクトレットコンデンサーマイクロホン		50	2	100	秋月電子通商 通販センター
6.3mm ステレオジャック		100	2	200	秋月電子通商 通販センター
ABS 樹脂ケース		180	1	180	秋月電子通商 通販センター
送料		500	1	500	秋月電子通商 通販センター
スティックのり		1,036	1	1,036	西友 東大宮店
熱収縮チューブ		40	1	40	秋月電子通商 秋葉原店

熱収縮チューブ		40	1	40	秋月電子通商 秋葉原店
耐熱電子ワイヤー		480	1	480	秋月電子通商 秋葉原店
USB スティック MoNoStick		2,980	1	2,980	秋月電子通商 秋葉原店
BEX コネクタ		180	2	360	フタバ産業
XT60 コネクタ		256	1	256	フタバ産業
消費税		49	1	49	フタバ産業
バルサ材		168	4	672	ドイツ 東大宮店
端材詰め放題		200	1	200	ドイツ 東大宮店
耐水#800		75	2	150	ドイツ 東大宮店
耐水#400		75	2	150	ドイツ 東大宮店
耐水#240		75	2	150	ドイツ 東大宮店
耐水#120		75	2	150	ドイツ 東大宮店
紙#40		58	1	58	ドイツ 東大宮店
消費税		122	1	122	ドイツ 東大宮店
耐水#400		75	1	75	タウン・ドイツ後楽園店
耐水#240		75	1	75	タウン・ドイツ後楽園店
耐水#120		75	1	75	タウン・ドイツ後楽園店
消費税		18	1	18	タウン・ドイツ後楽園店
分割ロングピンソ ケット		80	5	400	秋月電子電商 秋葉原店
ギア		464	1	464	千石電商 秋葉原本店
アルミパイプ		556	1	556	東急ハンズ 池袋店
アルミ丸棒材		340	1	340	東急ハンズ 池袋店
棒ヤスリ		932	1	932	東急ハンズ 池袋店
リップストップ 40D ナイロン生地		2,380	1	2,380	Amazon
ねじ		898	1	898	西川電子部品
分割ロングピンソ ケット（細ピン用）		80	3	240	秋月電子通商 秋葉原店
ターミナルブロッ ク		20	6	120	秋月電子通商 秋葉原店
BEX コネクタ		180	2	360	フタバ産業
消費税		28	1	28	フタバ産業
デジタルスケール		1,480	1	1,480	タウン・ドイツ後楽園店
消費税		118	1	118	タウン・ドイツ後楽園店
ステンレスワイヤ ーロープ		1,210	1	1,210	ドイツ 東大宮店
アルミクランプカ		308	1	308	ドイツ 東大宮店

ン					
アルミ両面ハトメ		318	1	318	ドイツ 東大宮店
消費税		146	1	146	ドイツ 東大宮店
整流用ショットキ ーダイオード		14	10	140	秋月電子通商 秋葉原店
小型スライドスイ ッチ		100	2	200	秋月電子通商 秋葉原店
USB コード		110	1	110	千石電商 秋葉原 2 号店
アルミ両面ハトメ		298	1	298	ドイツ 東大宮店
消費税		23	1	23	ドイツ 東大宮店
リップストップ 40D ナイロン生地		2,380	1	2,380	Amazon
リップストップ 40D ナイロン生地		2,380	1	2,380	Amazon
金属ケース	YM-150	770	2	1,540	秋月電子通商 秋葉原店
3 軸加速度センサモ ジュール	KXSC7-2050	500	2	1,000	秋月電子通商 秋葉原店
コネクタ付きコ ード		30	2	60	秋月電子通商 秋葉原店
片面ガラス・薄型ユ ニバーサル基板		60	5	300	秋月電子通商 秋葉原店
カラーつまみ		40	2	80	秋月電子通商 秋葉原店
カラーつまみ		40	2	80	秋月電子通商 秋葉原店
ピンソケット(メス)		50	4	200	秋月電子通商 秋葉原店
2.1mm標準 DC ジ ャックパネル取付 用		40	1	40	秋月電子通商 秋葉原店
6.3mmステレオジ ャックパネル取付 用スイッチ付き		100	2	200	秋月電子通商 秋葉原店
小型ボリューム 100KΩ		40	1	40	秋月電子通商 秋葉原店
小型ボリューム 10KΩ		40	1	40	秋月電子通商 秋葉原店
D サブコネクタ		50	3	150	秋月電子通商 秋葉原店
D サブコネクタ		50	3	150	秋月電子通商 秋葉原店
6.3mmステレオプ ラグ 8 角カバータイ プ		90	1	90	秋月電子通商 秋葉原店

3 軸加速度センサー モジュール	KXR94-2050	850	2	1,700	秋月電子通商 秋葉原店
コネクタ		20	10	200	千石電商 秋葉原本店
コネクタパーツ		10	20	200	千石電商 秋葉原本店
はんだごて		1,955	1	1,955	千石電商 秋葉原本店
ねじ		88	1	88	西川電子部品
クランプ式アルミ ホイール		1,134	1	1,134	スーパーラジコン 秋葉原 店
薄型ナイロンナッ ト		260	1	260	スーパーラジコン 秋葉原 店
カップリング		561	1	561	千石電商 秋葉原 2 号店
カップリング		561	1	561	千石電商 秋葉原 2 号店
コネクタ付コード		30	8	240	秋月電子通商 秋葉原店
耐熱ビニル絶縁電 線		550	1	550	秋月電子通商 秋葉原店
コネクタ		40	10	400	千石電商 秋葉原本店
アルミクランプカ ン		308	2	616	ドイツ 東大宮店
消費税		49	1	49	ドイツ 東大宮店
リポバッテリー		1,560	1	1,560	Amazon
送料		360	1	360	Amazon
モバイルバッテリ ー		1,000	1	1,000	楽天市場
ねじ		324	1	324	西川電子部品
片面ガラス・薄型ユ ニバーサル基板		60	4	240	秋月電子電商 秋葉原店
丸ピン IC ソケット		15	2	30	秋月電子電商 秋葉原店
電子パーツ		100	1	100	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		250	1	250	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		355	1	355	千石電商 秋葉原本店
電子部品		560	1	560	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		40	20	800	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		20	20	400	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		20	2	40	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		10	8	80	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		40	6	240	千石電商 秋葉原本店
コネクタ		660	1	660	フタバ産業
電池		676	1	676	イオンスタイル板橋前野町 店

ねじ		983	1	983	西川電子部品
電子部品		216	1	216	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		290	1	290	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		50	8	400	千石電商 秋葉原本店
CRC 5-56		375	1	375	ホームック 能代店
ノート		306	1	306	ホームック 能代店
マグネピース		409	2	818	ホームック 能代店
マジロック		321	1	321	ホームック 能代店
彩ビット		718	1	718	ホームック 能代店
瞬間接着剤		204	1	204	ホームック 能代店
六角棒レンチ		70	2	140	ホームック 能代店
両面テープ		753	1	753	ホームック 能代店
結束バンド		159	1	159	ホームック 能代店
ビニタイ		181	1	181	ホームック 能代店
ナイロンワイヤー		100	1	100	ホームック 能代店
カラーゴムバンド		141	1	141	ホームック 能代店
モーター	NS-20SG-67-6Y203 A2	4,500	2	9,000	中津製作所
代引き手数料		300	1	300	中津製作所
消費税		744	1	744	中津製作所
ねじ		241	1	241	西川電子部品
電子パーツ		5	10	50	千石電商 秋葉原本店
電子部品		250	1	250	千石電商 秋葉原本店
電子部品		60	1	60	千石電商 秋葉原本店
電子部品		560	1	560	千石電商 秋葉原本店
電子部品		355	1	355	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		800	1	800	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		40	25	1,000	千石電商 秋葉原本店
電子パーツ		20	25	500	千石電商 秋葉原本店
電子部品		485	1	485	千石電商 秋葉原 2 号店
ZigBee ワイヤレス モジュール TWE-Lite Dip-WA (完成品)	TWE-L-DI-W	1,945	1	1,945	千石電商 秋葉原 2 号店
電子部品		2,980	1	2,980	千石電商 秋葉原 2 号店
電子部品		1,170	2	2,340	千石電商 秋葉原 2 号店
GPS 受信機キット 1PPS 出力付き「み ちびき」対応	AE-GYSFDMAXB	2,200	1	2,200	秋月電子通商 秋葉原店

細ピンヘッダ		35	5	175	秋月電子電商 秋葉原店
分割ロングピンソケット		80	2	160	秋月電子電商 秋葉原店
小型スライドスイッチ		100	1	100	秋月電子電商 秋葉原店
LPS25H 使用 気圧センサーモジュール DIP 化キット		600	1	600	秋月電子電商 秋葉原店
丸ピン IC ソケット		150	2	300	秋月電子電商 秋葉原店
丸ピン IC ソケット		60	1	60	秋月電子電商 秋葉原店
丸ピン IC ソケット		40	1	40	秋月電子電商 秋葉原店
コネクタ		390	1	390	東映無線 ラジオデパート店
アルミパイプ		350	1	350	ドイツ 東大宮店
アルミクランプカン		308	2	616	ドイツ 東大宮店
消費税		77	1	77	ドイツ 東大宮店
IC ソケット		200	1	200	秋月電子通商 秋葉原店
片面ガラス・薄型ユニバーサル基板		60	4	240	秋月電子通商 秋葉原店
丸ピン IC ソケット		15	4	60	秋月電子通商 秋葉原店
ピンソケット(メス)		50	2	100	秋月電子通商 秋葉原店
ピンソケット(メス)		50	4	200	秋月電子通商 秋葉原店
金物		565	1	565	ハンズマン 宇宿店
駐車料金		3,000	1	3,000	東京大学薬学ゲート
ZigBee ワイヤレスモジュール TWE-Lite Dip-WA (完成品)	TWE-L-DI-W	1,945	1	1,945	秋月電子電商 秋葉原店
3 軸加速度センサーモジュール	KXR94-2050	850	1	850	秋月電子電商 秋葉原店
3 軸ジャイロセンサーモジュール		750	2	1,500	秋月電子電商 秋葉原店
電子パーツ		485	1	485	千石電商 秋葉原 2 号店
ねじ		64	1	64	西川電子部品
USB アダプター TWE-Lite R(トワイ・ライター)(ソケット付け完成品)	TWE-LITE-R	2,430	1	2,430	秋月電子電商 秋葉原店

電子部品		485	2	970	千石電商 秋葉原 2 号店
ZigBee ワイヤレス モジュール TWE-Lite Dip-WA (完成品)	TWE-L-DI-W	1,945	1	1,945	秋月電子電商 秋葉原店
アルミ両面ハトメ		298	1	298	ドイト 東大宮店
アルミクランプカ ン		308	2	616	ドイト 東大宮店
消費税		73	1	73	ドイト 東大宮店
電池		216	1	216	西友 東大宮店
IC ソケット		200	1	200	秋月電子通商 通販センタ ー
オルタネイト式プ ッシュスイッチ		30	1	30	秋月電子通商 通販センタ ー
ピンソケット(メス)		50	2	100	秋月電子通商 通販センタ ー
分割ロングピンソ ケット		80	1	80	秋月電子通商 通販センタ ー
USB ケーブル		120	1	120	秋月電子通商 通販センタ ー
LPC11U35 DIP 化 モジュール		500	1	500	秋月電子通商 通販センタ ー
はんだ 0.8mm		210	2	420	秋月電子通商 通販センタ ー
送料		500	1	500	秋月電子通商 通販センタ ー

使用金額合計 ￥158,789 円

※大会参加費等は含まない

【電力】

電装用バッテリー5V 2600mA

駆動用バッテリー7.4V 1300mA

合計 3900mA

【サイズ】

φ143×238(パラシュート含む)

【質量】

部品名	重量[g]	個数[個]	搭載重量[g]
電装用モバイルバッテリー	67	1	67
タイヤモーター	61	2	122
タイヤ 1	39	1	39
タイヤ 2	32	1	32
機体外装 1	159	1	148
機体外装 2	90	1	90
機体内装 1	30	1	30
機体内装 2	28	1	28
モーターカバー	6	2	12
ドリルカバー1	4	1	4
ドリルカバー1	10	1	10
ドリル	3	2	6
ドリル回転モーター	9.64	2	19.28
ドリル上下モーター	9.64	1	9.64
ギア	5	1	5
基盤 1	20	1	20
基盤 2	20	1	20
基盤 3	20	1	20
LIPO	78	1	78
ラックギア	13	1	13
カップリング	5	2	10
異径インラインカラー	4	2	8
車軸 1	3.5	1	3.5
車軸 2	3.5	1	3.5
車軸固定六角	2	2	4
ステンパイプ	7.5	2	15
ネジ	1	14	14
ナット	0.5	14	7
スタビライザー	11	1	11
蝶番	8	1	8
アルミストッパー	10	2	20
固定棒	15	1	15
パラシュート	131	1	131
銅の角材	11	1	11
コード類	15	1	15
機体総重量		1048.92	g

5.設計図

回路図と機体外装図をあげる。

①回路図

以下に bs3vp を用いて作成した回路図をあげる

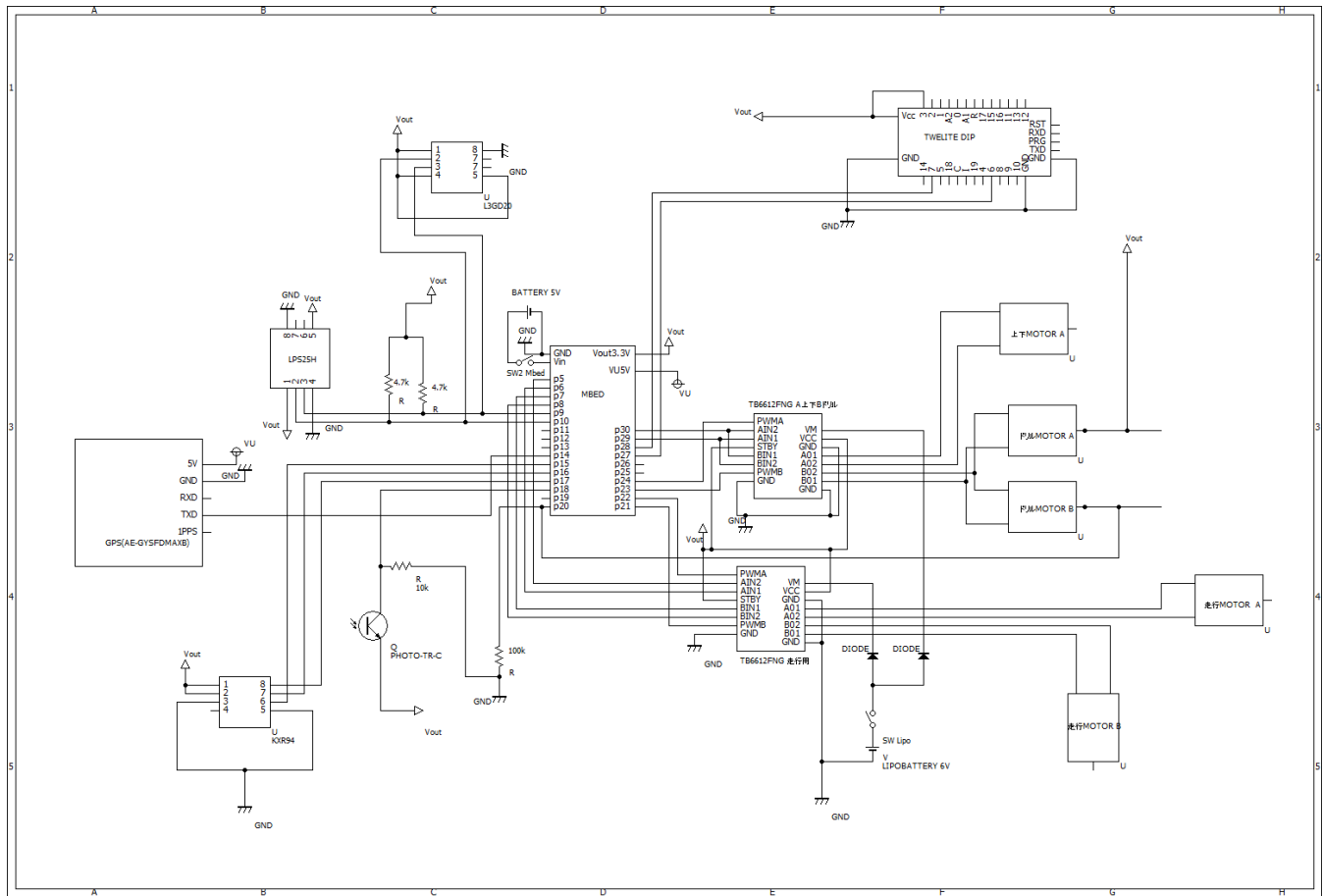
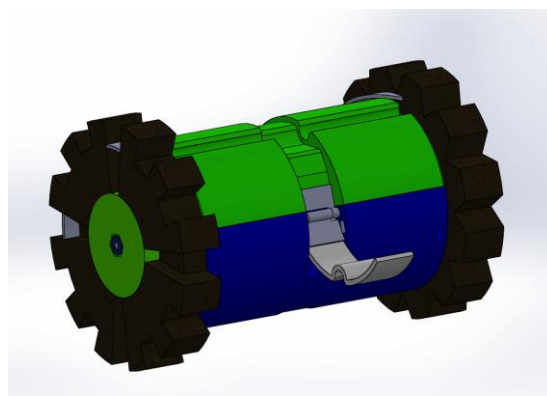
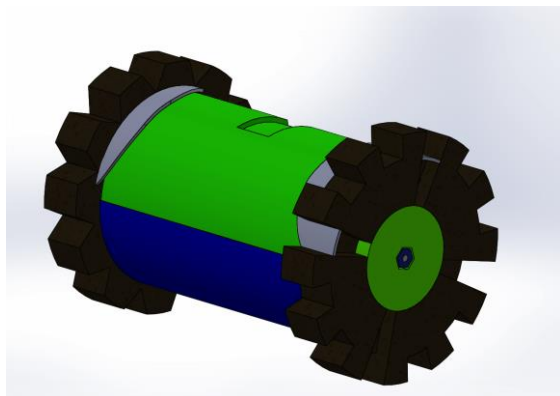


図 12 回路図

②機体外装図

CAD(solidworks)で作成したデータおよび図面を以下に示す。

走行形態



水分測定形態

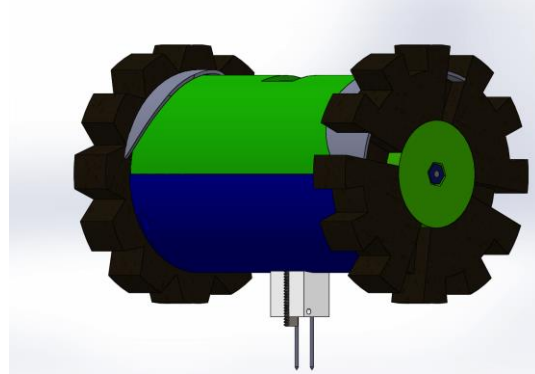
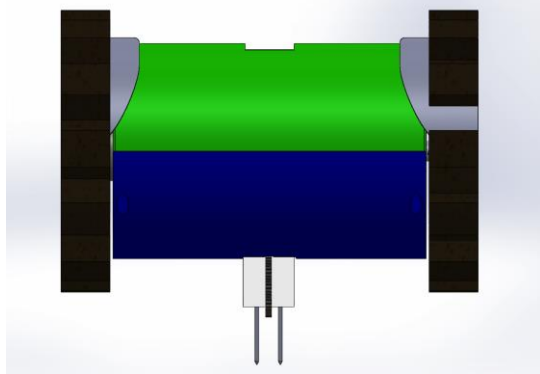


図 13 CAD データ

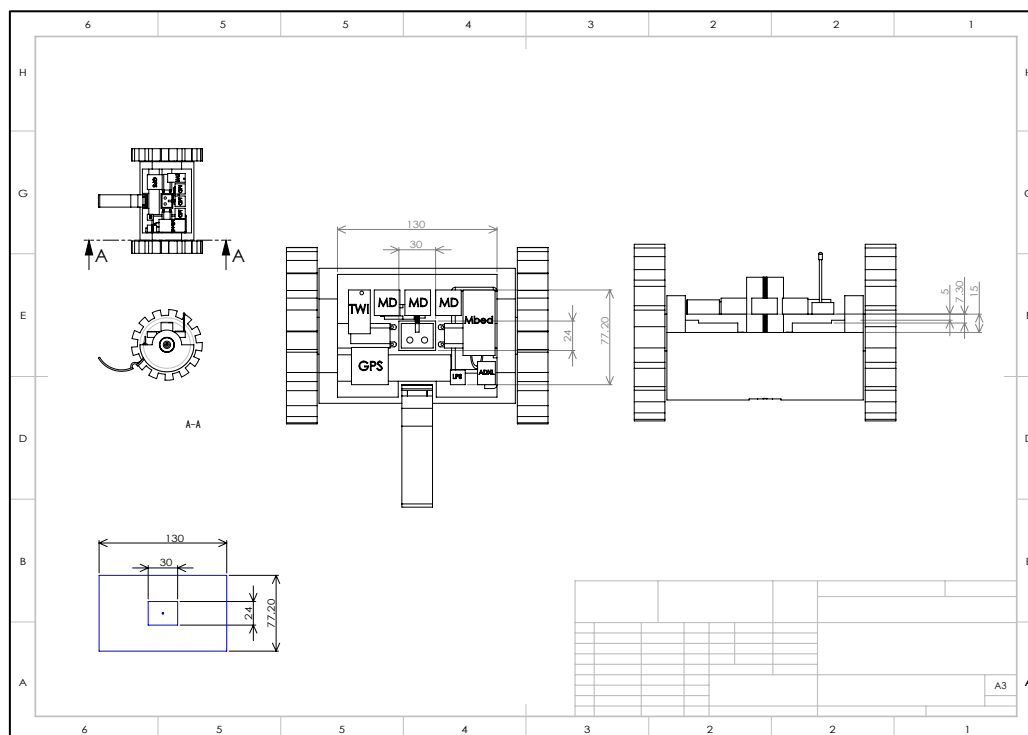


図 14 機体内部配置図

6.使用部品

<<電子系>>

分類	名称・型番	入手先・参考情報等	備考
GPS	AE-GYSFDMAXB	http://www.runele.com/ca2/25/	
無線	Twilight Dip	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-07731/	
アンテナ	TWE シリーズ用外付けアンテナ	http://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/detail.php?code=EEHD-47NK	
マイコン	Mbed LPC1768	https://www.switch-science.com/catalog/250/	
ジャイロセンサ	L3GD20	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-06779/	
気圧センサ	LPS25H	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-08338/	
加速度センサ	KXR94	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-05153/	
モータドライバ	TB6612FNG	https://www.switch-science.com/catalog/385/	
電装バッテリー	Anne 2600mAh	http://item.rakuten.co.jp/3rwebshop/3r-ps2600/	
駆動バッテリー	TURNIGY1300mAh	https://www.amazon.co.jp/Turnigy-1300mAh-7-4V-20C-30C-リポバッテリー/dp/B00ETWUY5G	

<<動力系>>

分類	名称・型番	入手先・参考情報等	備考
タイヤモーター	NS-22SG-43-6N180A1	http://www.nakatsu-ss.co.jp/products/NS-22SG.html	
ドリル上下モーター	Pololu 298:1 マイクロメタルギアドモーター	http://www.robotshop.com/jp/ja/pololu-298-to-1-micro-gear-motor-hp.html?gclid=CLKup4n3ts8CFVIJvAodXgMFSQ	
ドリル回転モーター	75:1 シャフト付き超小型メタルギアドモータ	https://www.switch-science.com/catalog/1784/	

<<構造系>>

分類	材質・型番	入手先・参考情報等	備考
外装上	ABS(黄緑)	http://flashforge.co.jp/filament/	3D プリンター
外装下	ABS(青)	http://flashforge.co.jp/filament/	3D プリンター
タイヤベース	ABS(白)	http://flashforge.co.jp/filament/	3D プリンター
モーターカバー	ABS(青)	http://flashforge.co.jp/filament/	3D プリンター
水分計外装	ABS(黄)	http://flashforge.co.jp/filament/	3D プリンター
異径インラインカラー	2mm,3mm	https://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/detail.php?code=2AEU-HUKL	
カップリング			
ネジ	M3×12	西川電子	
アルミ 6 角ハブ	NO-114TB	https://www.amazon.co.jp/gp/product/B00CXGMWC8/ref=pd_bxgy_21_img_2?ie=UTF8&psc=1&refRID=XC2NJRFGGTWQCD5ZV5W2	
タイヤ軸保護パーツ	焼入れステンレス	http://jp.misumi-ec.com/vona2/detail/110302289460/	
タイヤ素材	ABS(白)	http://flashforge.co.jp/filament/	3D プリンター
タイヤ軸	ステンレスシャフト	http://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/detail.php?code=7ALD-B5EH	
表面デザイン	ブルーシール	ドイツ	
分離ストッパー	アルミ板	http://robot.tsukumo.co.jp/goods/2310000002538/70203502000000/	
水分計ギア	S50B 28B+0303 平ギア 0.5B1 型 3mm 軸	https://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/detail.php?code=6AE8-ACK7	
水分計ラックギア	協育歯車 RK50B2/0308:ラック ギア	http://item.rakuten.co.jp/tsukumoro/2340101631993/	
パラシュート生地	ナイロン	http://item.rakuten.co.jp/pelote/m10/	
シュワウドライン	1mm ワイヤー	ドイツ	
分離機構バー	アルミパイプ外径 7mm	ドイツ	

7.製作時に使用した機材・サービス

分類	名称・型番	入手先・参考情報等	備考
3D プリンター	Frash Forge Dreamer	http://flashforge.co.jp/dreamer/	

8.その他

水分測定装置の設計について

水分測定装置は以下の図のようになっている。

図中 A がドリルを回転させるモーター部である。この回転機構を使い地面の掘削を行う。

図中 B は異径インラインカラー(カップリング)である。モーターとドリルを繋いでいる。

図中 C は銅の角材である。図の中に 2 つあるのが確認できると思うが、片方に+極もう一方に一極端子を接続することでドリルに電気を通す役割を担っている。

図中 D はドリルである。ドリルは表面に強化コーティングされておらず、全体が誘電性のものを使用している。Φ2 を使用している。

図中 E はラックギアである。このラックギアと機体側に搭載された平ギアを組み合わせることで水分測定装置全体を上下運動させることができる。

地面の掘削は図のドリルが突き出している長さ分まで行え、その長さはおおよそ 3cm である。

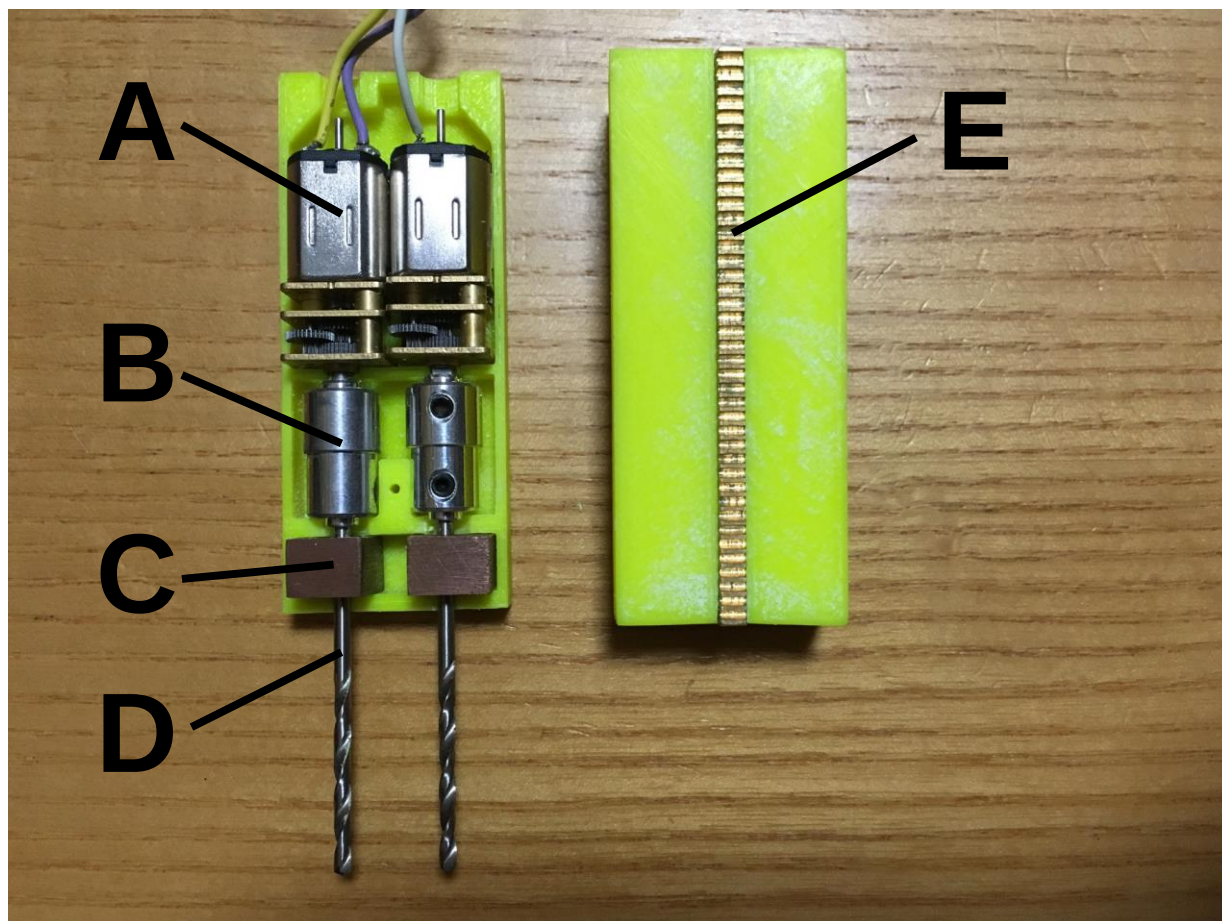


図 15 水分測定装置