

技術詳細報告書

首都大学東京 宇宙システム研究室

Tech²

内容

1. ミッションについて	2
2. 要求分析	3
3. 試験/解析の結果・内容	4
3. 会計/電力/質量/サイズの配分	5
5. 設計図	6
6. 使用部品	7
7. 製作時に使用した機材・サービス	8
8. その他	8

2019年10月15日

作成者名：工藤福太

1. ミッションについて

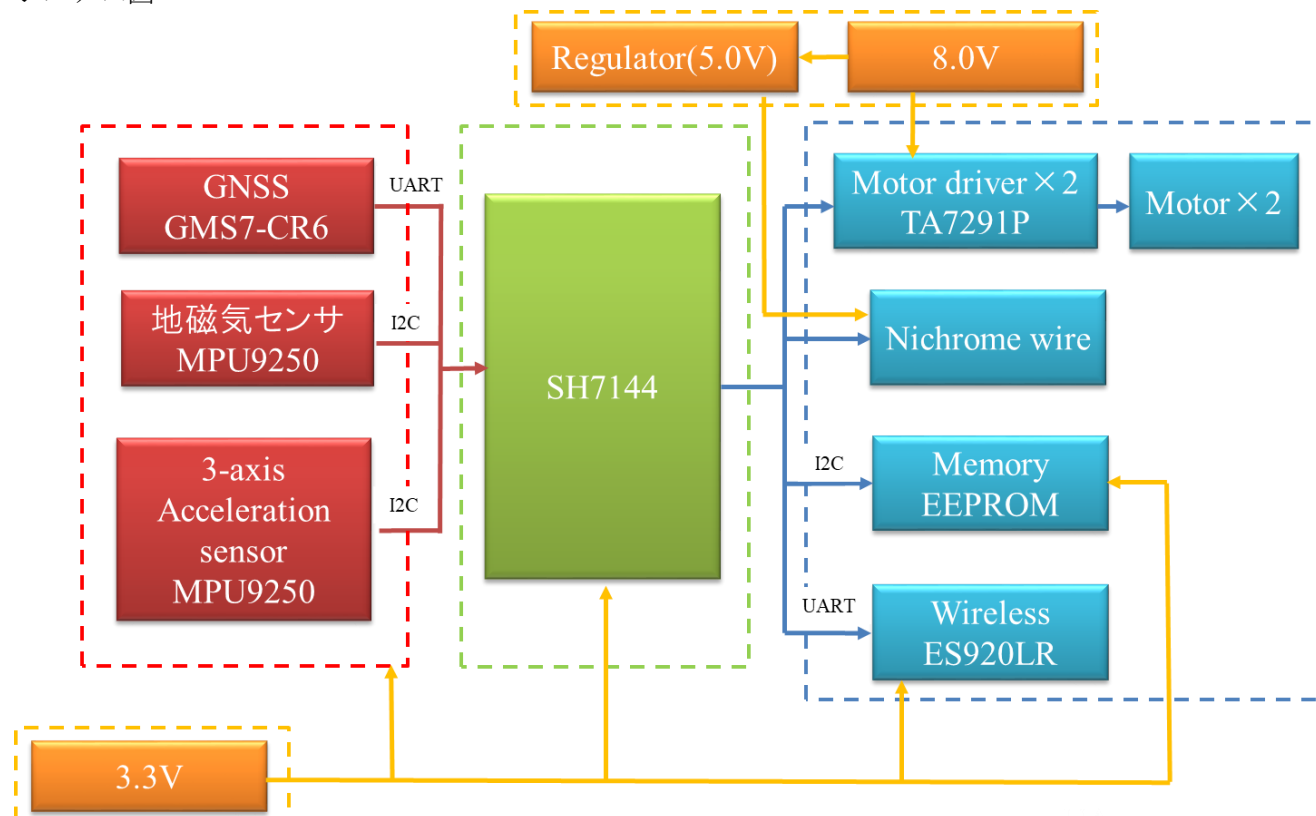
—ミッションステートメント—

歩行による CanSat を実証すること

—サクセスクライテリア—

	ランバック	検証方法
ミニマムサクセス (50%)	減速降下の後に、 着地し歩行開始	<ul style="list-style-type: none"> ・目視又は測位履歴から目標速度まで減速できたとき (10%) ・目視又は測位履歴からモータが正常に作動したとき (10%) ・目視又は状況からパラシュートから分離が確認できたとき (10%) ・目視又は測位履歴から歩行開始を確認できたとき (20%)
ミドルサクセス (70%)	安定した歩行を行うこと	<ul style="list-style-type: none"> ・目視又は測位履歴より歩行による移動の軌跡を確認できたとき (20%)
フルサクセス (100%)	轍を踏破又は 1 km 歩行	<ul style="list-style-type: none"> ・目視又は測位履歴にて、機体が轍を踏破又は 1 km^{*1} 歩行したとき (30%)
アドバンスドサクセス (120%)	目標へ向かう歩行	<ul style="list-style-type: none"> ・目視又は制御履歴より目標へ向かう歩行が確認できたとき (20%)

—システム図—



2.要求分析

安全審査書，ミッション審査書以外に行った項目がないため，安全審査及びミッション審査で提示した項目について詳細を記載。

● ミッション要求

要求番号	仕様値	設計方針	保証方法	設計結果	備考
RR1	パラシュートが正常に開くこと	展開しやすい畳方で収納をする。	落下試験を数回行い全て成功する。	展開しやすいようにパラシュートを畳んで収納した。	
RR2	開傘時に紐がちぎれたりほどけたりしないこと	衝撃に強い紐を用い，丈夫な結び方をする。	落下試験を数回行い全て成功する。	結び目は全て「もやい結び」でほどけにくくし，紐は丈夫なナイロン性9芯のパラコードを用いた。	
RR3	開傘衝撃に耐えること	空気の逃げ道となる穴を作ることで開傘衝撃を低減する。	落下試験を数回行い全て成功する。	キャノピーの中心に空気の逃げ道となる穴を開け，開傘衝撃が低減するようにした。	
RR4	落下中に紐が絡まないこと	紐同士の干渉を防ぐ部品を入れる。	落下試験を数回行い全て成功する。	8本のラインを各々通す穴を開けたプラ板を設けることで紐同士の絡まりを防ぐようにした。	
RR5	TBD[m/s]以下まで減速すること	落下時の機体の表面積を求め，降下速度を決定する。	落下試験を数回行い全て成功する。	衝撃吸収ケースに入れることで厳密に表面積を求め，降下速度を決定する。	
RR6	着地衝撃に耐えられること	機体をケース等に入れる。	落下試験を数回行い全て成功する。	衝撃吸収ケースに入れることで着地衝撃に耐えられるようにした。	
RR7	パラシュートが覆いかぶさらないこと	機体とパラシュートをつなぐひもを長くし，覆いかぶさりにくくする。	落下試験を数回行い全て成功し，パラシュートが覆いかぶさらないことを確認する。	つなぐひもが絡まらず覆いかぶらない長さに調節した。	
RR8	どの姿勢で着地しても正常な姿勢に直せること	歩行面を一面に限らない設定にする。	歩行試験にて表面裏面両方で歩行開始できることを確認する。	表面裏面両面で歩行できる設計とした。	
RR9	歩行機能が正常に作動すること	片方の脚をモータ1つで動く設計にする。	ロングラン試験にて止まることなく歩き続けることを確認する。	リンク機構にすることで制御の数を減らし，正常に作動しやすい設計とした。	
RR10	任意の方向に歩行，方向転換が可能なこと	二つのモータを制御することで方向転換を可能にする。	歩行・測位履歴取得試験で歩行できることを確認する。	モータ速度，回転方向を調整することで方向転換を可能にした。	
RR11	自律制御することができること	位置座標をもとにモータの回転速度を調節し，方向転換させる。	歩行・測位履歴取得試験で歩行できることを確認する。	位置座標をもとにモータの回転速度を調節し，方向転換を可能にした。	
RR12	位置の座標データが取得できること	位置座標を受信したのち，無線機によりデータを送信しある距離一定化で通信できることを可能にする。	位置情報試験により，位置座標を取得し，地図上にプロットできることを確認する。	位置座標を受信したのち，無線機によりデータを送信しある距離一定化で通信できることを可能にした。	
RR13	歩行・測位履歴を記録することができること	制御履歴をEEPROMに保存し，記録する。	歩行・測位履歴取得試験で歩行できることを確認する。	EEPROMに保存することで歩行・測位履歴を記録できるようにした。	

RR14	所定時間内で十分に歩行できるバッテリー容量を有すること	機体を軽量化し、大容量バッテリーを搭載する.	ロングラン試験で3時間以上の歩行ができることを確認する.	歩行部を簡易化, 中央層を軽量化することで大容量バッテリーを搭載した.	
RR15	機体の位置を感知することができること	無線機を取り付けることによって位置を感知できるようにする.	位置情報試験により, 位置座標を取得し, 地図上にプロットできることを確認する.	無線機を取り付けることにより, 1 km以上の通信を可能にし, 感知しやすいようにした.	

● システム要求

要求番号	自己審査項目 (ARLISS 打ち上げ安全基準)
SR1	分離および組立およびメンテナンスが容易にできること
SR2	1050g 以下であること
SR3	直径 146 mm以下, 高さ 240 mm以下であること
SR4	電源の ON/OFF および確認が容易にできること
SR5	所定時間内で十分に歩行できること
SR6	既定の準静的荷重に耐えること
SR7	既定の正弦波振動または同等のランダム振動に耐えること
SR8	ロケットからの放出衝撃に耐えること
SR9	無線のチャンネルを調整できること
SR10	打ち上げ時の無線機の電源 OFF の規定を遵守できること

3.試験/解析の結果・内容

3.1 検証項目一覧

提出した書類で行った試験以外に行っていないため、提出時に試験した項目を記載.

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）	実施予定日
V1	組立試験	SR1	8月18日
V2	質量試験	SR2	8月19日
V3	キャリア収納試験	SR3	8月20日
V4	歩行試験	RR9, RR10, RR11	7月4日 8月18日
V5	準静的荷重試験・振動試験	SR6, SR7, RR6	8月20日
V6	落下試験	SR6, SR8	8月5日
V7	無線チャンネル変更試験	SR9	8月21日
V8	位置情報試験	RR12, RR15	8月21日
V9	長距離無線試験	RR17	8月18日
V10	分離試験	RR1, RR2, RR3, RR4, RR5, RR7	8月20日
V11	無線機 OFF/ON 試験	SR10	8月21日
V12	歩行・測位履歴取得試験	RR8, RR11, RR13	8月22日
V13	ロングラン試験	SR5, RR9, RR11, RR14	8月19日
V14	End-to-End 試験	全項目	8月22日

3. 会計/電力/質量/サイズの配分

【会計】（2機分）

機体本体	40,000 円
パラシュート・衝撃吸収ケース	10,000 円
電子部品	35,000 円
試作機代	5,000 円
合計	90,000 円

【電力】

モータを一つ動かすために 8.0V を必要とし、6 時間以上の歩行を可能にするために、3600mA の容量を必要とした。また、マイコンを動かすために 3.3V を必要とし、同様に 3600mA の容量のバッテリーを使用した。

【質量】

機体本体：650g

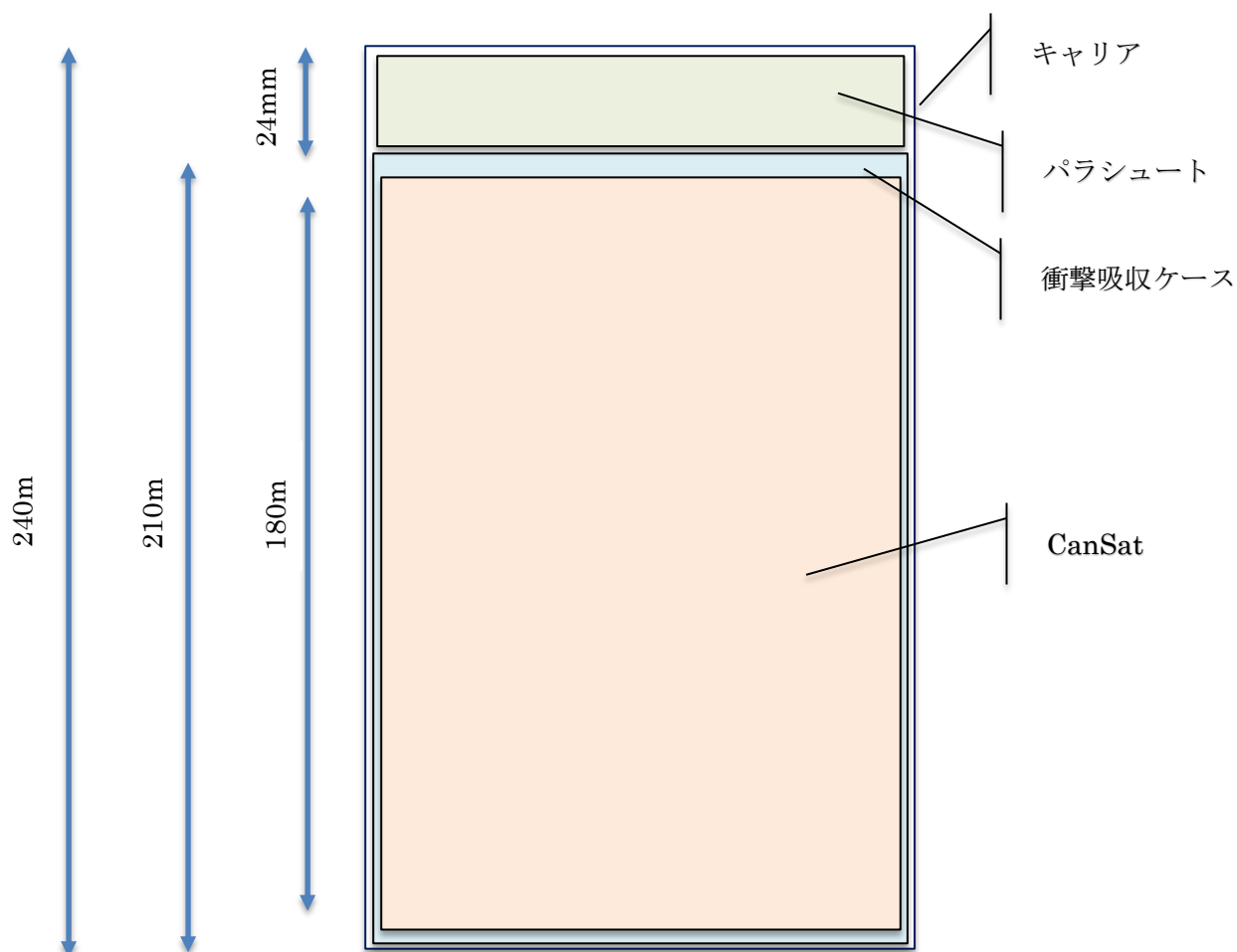
バッテリー：150g

衝撃吸収ケース：150g

パラシュート：100g

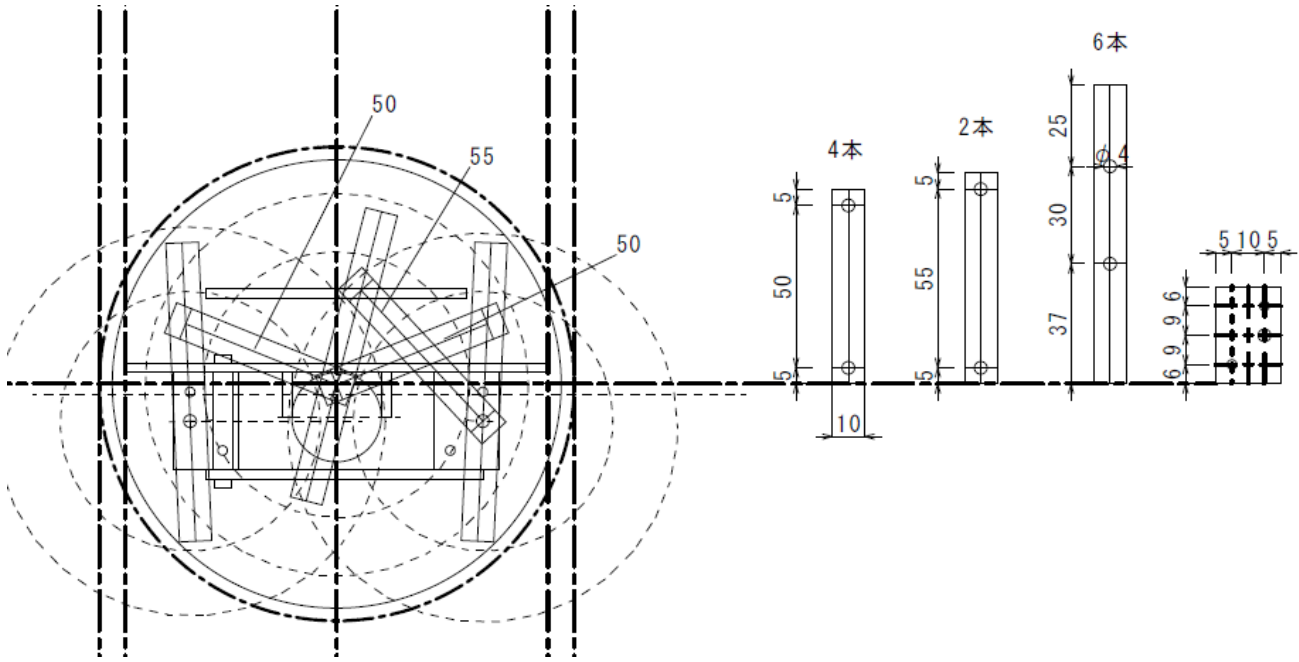
【サイズ】

衝撃吸収ケースの中に CanSat 本体を入れ、キャリアには衝撃吸収ケース、パラシュートの順に入れ既定のサイズ内に抑えた。

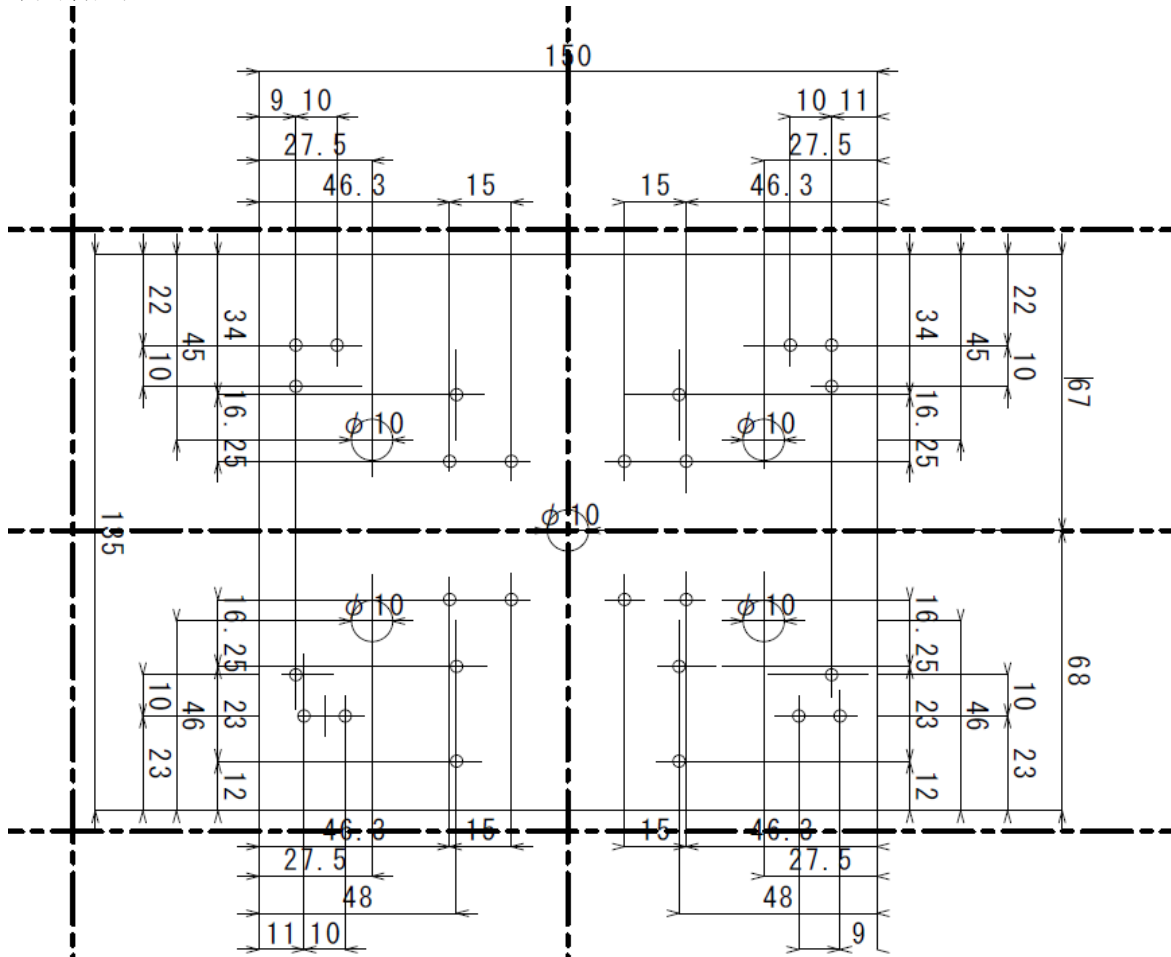


5.設計図

歩行部機構図面



中央層図面



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	GMS7-CR6	秋月	
無線機	ES920LR	EASEL	
地磁気センサ	MPU9250	ストロベリーリナックス	
マイコン	SH7144	秋月	

<<動力系>>

分類	名称・型番	入手先・参考情報等	備考
モータ	ギアモータ RA250030-58Y91	Amazon	
バッテリー	保護回路付リチ ウムイオンバッ テリ 18650 3600mh	Amazon	

<<構造系>>

分類	材質・型番	入手先・参考情報等	備考
脚	アルミ板	カインズホーム	
中央層	アルミ複合板	カインズホーム	
スペーサー	プラスチック	カインズホーム	
バッテリー用ソケット	プラスチック	秋月電子通商	
Uナット	アルミ	株式会社ミスミ	

7.製作時に使用した機材・サービス

フライス盤, 旋盤, ボール盤, バンドソーにより加工.

8.その他