

質問番号	質問	回答	サブシステム	データ
1	Birdsシステムのミッション回路を設計するにあたり、供給される電圧や、信号の入出力はどのような条件になるか。	BUS系の設計によるが、BIRDS衛星の場合は3.3V, 5V, Battery lineをミッション系で使う事ができる。 Battery lineの電圧の場合は、衛星の状況によりますが、3.8Vから4.2Vの間で変動するようになる。 ミッション系が使える最大電流値などは衛星の設計によって変わる。	EPS	
2	ミッションボードにはA/D変換コンバーターでデジタル出力にする必要があるか？測定結果の出力はアナログの出力で良いか？	BIRDSの場合はMission系からデジタルのデータをUARTで送るか、SPIを使ってOBCボードにあるFlash Memoryに送るか、二つの方法を使っている。	OBC	
3	アナログ信号の入力系(ADC)はOBCにはないという理解で良いか。	BIRDSではデジタルの通信をMission系とBus系の間で使用する。	OBC	
4	Birds-3ミッションボードの最大許容電力、Birds-3ミッションボード上の温度・速度・加速度センサー等の回路位置について知りたい。	衛星の設計によって大きく変わる為、資料はただの参考にするように。3ページに各Missionの消費電力、4、5ページに軌道上の衛星からの測定値を示している。 参照：4_BIRDS3_Power Budget.pdf	EPS	○
5	・Antenna fixture (アンテナを固定するための、白いPOM樹脂製の部品)は、図面を書いて加工してもらうとのことであるが、おすすめの加工業者などがあるか。	恐らく、九工大の工作室で作成してきた。特に難しい加工ではないので金属の構造物の制作を依頼する企業に発注しても問題は無いと思う。	COM	
6	・アンテナ線を、九工大で利用している大阪熱処理株式会社に発注することを検討している。その際、アンテナへの穴あけ加工も依頼するか？それとも、穴あけ加工は別の業者への依頼が必要になるか。	BIRDS-4では材料だけ購入して、穴あけの作業などは研究室で行った。ただ、これは作業が大変なのでお勧めはできない。(線がよく壊れる。) 大阪熱処理株式会社に穴の加工などを依頼する事は出来ないと思うので、Antenna fixtureと同じく、金属の構造物の制作を依頼する企業に問い合わせをする方が良いと思う。	COM	

7	<p>展開機構内のニクロム線をコイル状に加工する行程も外注が必要か。それともニクロム線の加工は大学内で行って良いか。</p>	<p>アルミの構造はHMDに発注している。ニクロム線のコイル加工の外注は必要ない。作業が比較的簡単なので、研究室内で可能である。</p>	COM
8	<p>Birds5のFABでは8点の温度測定が可能か。</p>	<p>可能である。その8点の端子はBIRDS衛星では主にパネルボードの温度を計測するために使われている。TEMP1 - TEMP6は50ピンコネクタにあり、TEMP7 - TEMP8は+Zパネルボードのコネクタにある。</p>	OBC
9	<p>放電試験の方法について、教えて欲しい。その他、EPSシステム用の地上試験で必要な試験があれば教えて欲しい。</p>	<p>衛星の安全面では、EPSの中で電池が一番重要で、この電池の試験と衛星が組み立てられた後の放出スイッチの動作確認がEPSの地上試験になる。ただ、場合によっては安全審査の間で少し変わるところもあるので、詳細な試験項目はこれからJAXAとの相談で確認する必要がある。</p>	EPS
		<p>九工大で実施している電池の試験の資料を添付している。試験の種類と試験の流れを簡単にまとめている。</p>	

<p>セルスクリーニング試験での電子負荷の使い方を教えて欲しい。 1.6Vに達したら過充電にならないようにCVモードを使うのか。 CVモードを使用した場合、添付したグラフの電圧が1.6V以上で変化するのはなぜか？</p>	<p>バッテリーのスクリーニングには、電子負荷とマルチレンジ電源、データ収集システム、試験制御用のLabviewベースのプログラムを実行するコンピューター、試験用のバッテリーが必要。電子負荷は、電池放電中のC.C.モードに使用され、LabVIEWベースのプログラムによる負荷制御を容易にする。LabViewベースのプログラムは、D.C.電源も制御しなければならない。ニッケル水素電池の充電を終了させる方法として-dv/dt充電終了方式がある。充電中に最も安全に充電を終了させるために10分間かかり、電池（セル）の満充電を検出するのが遅くなり、充電が停止する。これがニッケル水素電池の充電を終了させる方法である。室温で定電流（CC）モードでバッテリー（セル）のスクリーニングテストを行うことをお勧めする。</p>	<p>EPS</p>
<p>11 compact DAQの費用はいくらか</p>	<p>最大電圧は1.6Vでコントロールできます。1Cのレートで充放電テストを行っ シャーシは10万円程度 九工大ではUSBタイプのものを使用している</p>	<p>EPS</p>
<p>12 Birds3に搭載された、株アドニクス様の、キューブサット搭載用超小型 UHF 通信ボード A D D 1 3 9 7 B の納入仕様書の情報を、JAMSAT(日本アマチュア衛星通信協会)の運営スタッフ(5人程度)に公開し情報の共有をしたいので、許可が欲しい。 アドニクス様の許可も必要であれば、担当者を紹介して欲しい。</p>	<p>アドニクスの URL(http://addnics.co.jp/)</p>	<p>COM</p>
<p>13 PCでFusionを使う際に必要なスペックはどれくらいか。</p>	<p>解析用に使用しているPCの環境を添付している。</p>	<p>Structure</p>

14	デプロイメントスイッチのスクリーニングを行う際に、何個購入したか。	レールスイッチを3つ、プッシュスイッチを9つ購入している。	EPS	
15	BIRDS-5に搭載する磁気センサを教えてください。	MMC5883maを搭載している。	Mission	
16	PC上での3Dデータの扱いや構造解析において、GPUの性能も重要かと思う。BIRDSにおける解析用PCのGPUについて、タスクマネージャのパフォーマンス画面等から教えてください。	GPUよりもCPUおよびメモリの性能が解析に大きく及ぼすと考えられる。 パーツ選定の際は、画像settingにある情報を参考。 Cinebench R23でテストベンチした結果について、添付資料を参照。 16_Cinebench_result.png 16_Screenshot 2021-07-01 135335 16_setting.png 16_Task manager analyzing only CPU0.png 16_Task manager analyzing.png 16_Task manager idling.png	Structure	○
17	スプリングプランジャーの購入方法や購入した個数を教えてください。	スプリングプランジャーはJAXA支給品となっている。 民間事業者による打ち上げの場合も、事業者側に問い合わせれば支給して貰うことができる。BIRDS4では各衛星2個のプランジャーを使用している。 もし、市販のプランジャーを購入し、使用する場合は、プランジャーと分離スイッチによるZ方向の合計バネ力は1.08 - 5.3Nという規定があるので、使用する分離スイッチの数と反力を考慮してプランジャーを選ぶ必要がある。	Structure	

18	<p>BIRDS-IIIのバッテリースクリーニング試験のためのLabVIEWダイアグラムの中では、電圧値や電流値を制御するのにDAQアシスタントを使っていた。そこではDAQのデジタル変換モジュールを使用していたのか。</p> <p>デジタル変換モジュールを使わずに、VISA通信でLabVIEWから電子負荷装置を制御しようと考えている。九工大ではその方法を用いた制御を行ったことはあるか。</p>	<p>可能である。以前はそうやっていた。菊水の電子負荷をLabviewで制御していた。VISAもしくはシリアル通信で可能。コマンドがわかればすぐできると思う。電子負荷が使えれば放電時の電流は電子負荷から読めば良いのでDAQは必要ないと思う。</p> <p>同様に充電時も電源が制御できれば、電流と電圧は読めるので、DAQは不要かもしれない。</p>	EPS
19	<p>衛星の解析用のPCをどの販売会社から購入したか教えて欲しい。</p>	<p>解析パソコンはほぼ自作している。アプライドおよび富士エレクトロニクスからPCパーツを購入している。</p> <p>故障などのトラブルが発生した場合や保証を考慮して、大学に近い店（福岡県内）から購入している。</p>	Structure
20	<p>衛星内部基板について、「九工大のBIRDSと同じものを」という形で注文可能なのか。</p>	<p>FAB, OBC/EPS, UHFTRXの三つのボードは九工大も関係各社から購入している。</p> <p>FAB, OBC/EPSボードは相模通信、UHFTRXのボードはアドニクスから購入している。連絡をしたら最新版の情報などが確保できると思う。関係各社と話をしながら開発を進めて欲しい。</p>	OBC
21	<p>Antenna panel, BPB, RAB, Solar panel, Mission board についてはどのように発注しているか。</p>	<p>九工大ではFAB, OBC/EPS, UHFTRX以外は全て研究室で設計してP-banで作っている。</p>	Mission

22 バッテリーボックスの注文方法を教えてほしい。会社名とPSボックスの配線の注文方法を教えてほしい。

バッテリーボックスは構造チームのメンバーが注文する必要がある。バッテリーボックスの材料はA6061-T6である。電池ボックスの配線については、阿尾システムエネルギー株式会社に連絡する。

EPS

23 ジャイロセンサ・地磁気センサcheck(CDR)について

①Gyro sensorとMagnetometerについてスクリーニング検査は行ったか。行ったのであれば、使用した個数などを知りたい。

②ジャイロセンサ・地磁気センサの試験は、EM or FMのどちらか。

③rate-tableは九工大で自作したのか。

④この試験の目的は、「同じ型番のセンサを複数用意して、それぞれについて複数回実験し、その中から一番精

①スクリーニング検査は行っていない。
②EM, FMともに実施している
③九工大で設計したものである。
④動作確認を目的として試験を行った。

Mission

24	<p>①バッテリーボックスについて、側面を削って、サイズを小さくすることは可能か。</p> <p>②BPB基板とソーラパネルとの繋がりについて、添付したBPB基板の回路図A-2にあるSP2/-Yは、太陽光パネルに直接繋がっているのではなく、FABを介して太陽光パネルに繋がっているのか。</p> <p>もしFABを介しているのであれば、FABと太陽光パネルがどのピンで接続されているか教えて欲しい。</p> <p>またSP1/+Yは+X面の太陽光パネルと、SP3/-Xは+Y面の太陽光パネルと繋がっているとい</p>	<p>1. バッテリーボックスの設計については、九工大で判断するものではない。CADや試作をし、搭載可能かを判断する必要がある。</p> <p>2. 九工大と座標系が異なる為、こちらで判断することは難しい。FAB基板上面に外面パネルと接続する2ピンは1つついている。他は、BPBを介してFABに入力されるようになっている。</p> <p>3. 相模通信に直接相談する必要がある。九工大で判断するものではない。</p> <p>4. RABはFABと同じ機能を持っている。一番外にある基板として、外部とのアクセスポートを持って、またミッション系が載せられる場合もある。</p>	EPS
25	<p>現在、開発中の衛星はBIRDS衛星の構体設計を変更し、九工大のBIRDS衛星の電子基板をそのまま搭載できるようにしようとしている。業者にバス基板を発注する時に、どのような注意が必要か。</p>	<p>最新版のBIRDS-5のFMの基板だと指定する必要がある。</p>	OBC

26	<p>相模通信工業とアドニクスからBIRDS-5の電子基板（OBC・FAB・RAB.・BPB・COMM）を購入する準備を進めている。購入した基板をEMに装着する前にオープン環境で基板の動作チェックをする必要があるかと思う。九工大では、どのように基板の動作チェックを行っているのか教えて欲しい。</p>	<p>今まで特に決められた動作チェックはない。</p> <p>電源の確認と、それぞれのPICのマイコンに対してプログラムの書き込みができるかを調べる簡単なレベルの確認をしている。</p>	OBC
----	--	---	-----

27	<p>EM用のBPBを基板動作試験に使用する予定である。何か加えておいた方が良い機能等があるか。</p>	<p>九工大では放出検知スイッチ(レールにある小さいスイッチ)の代わりにトグルスイッチをテスト用のBPBに設置している。</p> <p>また、電源装置から電力を入れるコネクタなどを付けている。</p>	OBC
----	--	--	-----

28	<p>開発中の衛星ははUHF帯（430MHz）のみ使用する。BIRDS-5のCOMM基板には、UHF、VHFの両方がある。UHFのみしか搭載されていないBIRDS-3のCOMM基板を用いたほうが良いか。</p>	<p>アドニクス製のCOMM基板にはUHFのみ搭載している。VHFは、ミッション基板に搭載しているので、COMM基板は関係ない。BIRDS-3, BRDS-5のCOMM基板は共に同じものである。</p>	COM
----	---	---	-----

29	<p>FAB, OBC, COM基板について、BIRDS-3, BIRDS-4からBIRDS-5に大きな変更はあったか。</p>	<p>FABとOBC/EPSのボードもBIRDS-5のボードと前のボードと大きな差はない。その為、プログラムとコマンドなどに影響は無い。</p> <p>注意点は、DEP_SW4の信号のみ。</p> <p>BIRDS-5のFM仕様で購入したら問題無い。</p>	OBC
----	--	---	-----

JARLによると、ダウンリンクにアマチュアへのメッセージを入れるだけではUHF帯の使用は認められないとのことだった。アップリンクとダウンリンク双方を使って、アマチュア界へ貢献する必要がある。アップリンクを使うということは、コマンドを送る周波数帯をアマチュア界に公開することになるので、コマンドの違法ハッキングが問題になると思う。これを防ぐためには、アップリンクコマンドを暗号化する必要があると思う。BIRDS衛星では、このようなアップリンクコマンドの暗号化を行っている

申請の時とその書類以外には確かにアップリンクコマンドの周波数が外に公開されないように注意する必要がある。九工大では内部の発表書類などにもアップリンク周波数は消すか、430.XXX[MHz]のように詳細な周波数は見えないようにしている。暗号化はしていない。むしろ暗号化した場合、周波数申請することができない。UNISECの周波数調整マニュアルにある通り、アマチュア無線の場合は秘密通信（暗号化通信）を行うことができないが、コマンドアップリンクはこの限りではありません。九工大の衛星の場合は、アップリンク周波数を公表せず、コマンドアップリンクの内容も公開しない（暗語化）ようにしている。実際の周波数調整に関してもアップリンクの暗語化は問題とされない。IARUはダウンリンクのデータフォー

31	<p>ソーラーパネルのバイパスダイオードとは何か？太陽電池にはバイパスダイオードが1つ必要だが、BIRDSのパネルの2つの太陽電池の片側には、添付した写真（黄色丸印）のようにバイパスダイオードがない。このセルのインヒビットはどのように対処するのか？</p>	<p>過放電防止用ブロッキングダイオードを太陽電池側でインヒビットに考慮する。太陽電池にはバイパスダイオードが内蔵されているが、これは太陽電池自身のためのものではない。</p> <p>内部のバイパスダイオードは、2つのソーラーセルが直列接続されている場合に使用される。</p> <p>下段の太陽電池には少なくとも1個の外部バイパスダイオードをパネル基板に取り付ける必要がある。</p> <p>パネル基板によっては直列接続の方向が逆になっているものがあり、内部バイパスダイオードを使用できない場合がある。その場合は、パネル基板にバイパスダイオードを2個取り付ける。</p> <p>外部バイパスダイオードは、BIRDSプロジェクトのパネル基板の回路図で確認できる。</p>	EPS
32	<p>スプリングプランジャの支給についての問い合わせ先は (JAXAの) どこか。</p>	<p>2. 阻止ダイオード</p> <p>インヒビットがブロッキングダイオードを意味するのであれば、ブロッキングダ</p> <p>事業者に連絡</p>	Structure
33	<p>BIRDSシリーズの組み立てに際して、高い精度での組み立てを行うための治具等は利用しているか。</p>	<p>構体の組み立てに別の治具は使って無い。</p> <p>衛星がポッドに入るために、ノギスで構造のレールとレールの間隔を確認しながら組み立てをしている。</p>	Structure

	<p>エレメント自体滑りやすい素材で、ボール盤で穴を開ける前のポンチでの目打ちがうまくできない。ポンチ等での位置決めはどのように行ったか？</p> <p>エレメントが薄く、穴を開ける際に力がかかり、アンテナが曲がってしまう。薄いエレメントの固定方法や穴あけの精度を高めるための工夫などがあれば教えて欲しい。</p> <p>使用したボール盤のスペックを教えて欲しい。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ケガキのみで位置決め行った。 2. アンテナ材下面に木材を配置して穴あけを行った。添付した画像に概要を書いているので、確認して欲しい。穴あけ時のポイントは、貫通して穴を開けると言うよりも、ドリル先端のみでアンテナ材表面を削るという気持ちで行う。 3. 一般的なボール盤を使用していますが、ドリルの刃が溢れていたり、錆びたりしているとうまくいかない。定期的にドリルの刃の状態を確認すると良い。 <p>別衛星でエレメントを用意する際には、大学内の工場に依頼して片側の固定用の穴のみが空いている22cmのバルクを作成した。工場のスタッフは穴を開けやすいように、下から金属の端材、上から穴の開いた治具を作成して穴を開けているようだった。</p> <p>工場からはドリルが摩耗したため、以下</p>	COM
35	<p>バッテリーボックスの固定方法は、どのようにしているか。</p>	<p>バッテリーボックスも他のボードと同じく4本のシャフトを使って固定している。</p>	Structure

		<p>1。SMAケーブルはアドニクスのCOMM基板(UHF TRX)に半田で固定されている。そのケーブルを普通は基板の上側(+Z方向)の経路でアンテナボードまでつないでいる。</p>		
36	<p>SMAケーブルをCOMM基板からアンテナボードにつなぐ際、ケーブルはどのような経路で通したか。経路の途中でケーブルを固定するようなことはしたか？</p>	<p>2。アンテナボードでテープなどで固定してケーブルの振動をできるだけ抑えていた。</p> <p>BIRDS-4の場合も、UHF TRXはSMA-Pコネクタがついたケーブルがはんだ付けされた状態で納入されている。</p>	COM	
	<p>またSMAケーブルを通す際になにか気を付けていたことなどがあれば教えて欲しい。</p>	<p>FMの最終組み立ての際には、SMAコネクタを規定トルク (56N・cm) で接続したのち、アラルダイト (二液式エポキシ接着剤) をアンテナパネルと六角部の間に少量塗布して緩み留めをしていた。</p> <p>この際、ネジ部に接着剤が入らないようにすること。特性の悪化が懸念される。</p>		
37	<p>アドニクス様からBIRDSは180mmのケーブルを使用していると聞いたが、図を見る限り、180mmとかなり余りがあるように思う。</p> <p>余った分のケーブルの収納はどのようにしていたか？</p>	<p>余った同軸ケーブルについては、アンテナボードとRABの間に収めている。</p> <p>参照：37_SMA接続.JPG</p>	COM	○
38	<p>太陽電池やバッテリーに関する情報が知りたい</p>	<p>BIRDS Git hubを確認する。</p> <p>https://github.com/BIRDSOpenSource</p>	EPS	

39	<p>各衛星内部基板を固定するためのスペーサーを用意する必要がある。</p> <p>基板間の寸法に応じた精度の高いものが必要かと思うが、九工大でBIRDSに用いたスペーサーはすべて市販で入手したものか。もしくは、特別に発注したものであるか。</p> <p>BIRDS-5とBIRDS-4のバスシステム基板に違いはあるか。</p>	<p>各基板間に用いられているスペーサーは市販品(主にMISUMI)を使っている。 (参考：https://jp.misumi-ec.com/vona2/detail/221006204478/?PNSearch=C-307-5&HissuCode=C-307-5&searchFlow=suggesthistory&Keyword=C-307-5)</p> <p>BIRDS-4とBIRDS-5の間で、FAB, OBC/EPS基板の寸法に変更は無い。</p>	Structure	
40	<p>BIRDSで用いられている各基板の重量について教えて欲しい。</p>	<p>BIRDS5の各コンポーネントの重量は以下の通り。</p> <p>FAB(RBFピン込み) : 36g BATTERY BOX(電池等込み) : 267g RF shield : 12g OBC/EPS : 33g COM : 102g RAB : 63g BPB : 46g Antenna board : 60g</p>	Structure	
41	<p>ミッション基板の作成において、部品を選択するときの使用温度範囲は何度(°C)を想定しているか。</p>	<p>特に温度範囲を決めて無いが、Industrial gradeだと呼ばれている素子を選んでいる。</p> <p>値段が安いCommercial gradeは温度範囲が狭く、マイナスの温度を支援しない物が多いので、使用しないようにしている。</p>	Mission	
42	<p>バッテリーヒーターに関する情報が欲しい。</p>	<p>参照：42_BIRDDS battery pack developement process.pdf</p>	EPS	○
43	<p>人工衛星において、電流の最大許容値があるか。</p>	<p>衛星の設計による。 九工大の資料は既にOpen Sourceとして公開されているので、参照するように。</p>	EPS	

44	次に、振動試験、熱真空試験以外にどのような試験を行うのか。また、その詳細も教えて欲しい	衛星の設計による。 九工大の資料は既にOpen Sourceとして公開されているので、参照するように。	環境試験
45	新たにミッション基板の設計を依頼する。九工大では、どこに発注しているか。	設計は九工大で、製作はP-banに依頼している。	Mission
46	基板本体を作成している会社（P版.comがどこから基板を購入しているか）を教えてください。	P版.comは基板の製造、実装をしている会社である。 EAGLEのS/Wを使って基板の設計をし、その設計データをP版.comに送って基板を作ることができる。詳細はP版.comのホームページを参考	Mission
47	電圧の変動については5Vのパワーバスの変動はどの程度か。	5Vの変動の情報はない。	EPS
48	P版.comのBIRDS担当スタッフの名前を教えてください。	担当はいない	Mission
49	アンテナエレメントからボード裏面のSMAコネクタまで導線で接続されているが、その導線は何を用いたか？ その導線とエレメントはどのように接続したか？ エレメント表面は磨焼入れされているが、その表面を削るなどはしたか。 ニクロム線発熱用回路のPhotoMOSに関して、同様のモノを購入したいので素子の情報を教えてください。	1. DIP抵抗の足の部分を使って配線している。 2. 表面は紙やすりで削っていた。エレメントの接続方法は基板からDIP抵抗の足の部分を通して、仮留めして2mm程隙間を残したボルトに抵抗の足を1周半時計回りに巻き付けて、その後ボルトを締めていた。 3. 在庫切れになっているが、AQZ102という型番のPhotoMOSを購入していた。DIPなので、基板に実装する前にPhotoMOSの足をSMD実装できるように曲げて使っていた。 https://www.digikey.jp/product-detail/ja/panasonic-electric-works/AQZ102/255-1567-ND/570705	COM

50	<p>バッテリースクリーニング試験時のデータ計測頻度を教えて欲しい。</p> <p>完全放電で取得したデータの大部分は滑らかではない。</p>	<p>電圧、温度、容量のデータを毎秒取る方が良い。</p> <p>システムノイズのため、スクリーニングプロセスや放電結果のグラフは必ずしも滑らかではないはずです。できる限り、放電結果が滑らかなバッテリーを選ぶ必要がある。</p>	EPS	
51	<p>外面パネルの基板素材は、FR-4か。</p>	FR-4で良い	EPS	
52	<p>セルスクリーニングテストでのOCV測定方法について詳しく知りたい。</p> <p>デジタルテスターを使用する場合、OCVはセルの充電量によって決まるのではないか。これは問題ないか。</p>	<p>JAXAのバッテリー（セル）スクリーニングの安全審査によれば、環境テスト（真空テストと振動テスト）を実施する必要がある。開放電圧は、負荷接続がない場合の正極と負極の電位差として定義される。充放電サイクル中に、Excelファイルで電圧データを取得することも可能である。</p> <p>しかしながら、環境テストの前後にバッテリー（セル）の電圧を測定し、デジタルマルチメータでOCVを確認し、その値を0.1%未満で比較することが推奨される。</p>	EPS	
53	<p>バッテリースクリーニング試験時のデータ計測頻度を教えて欲しい。</p> <p>DC_resistanceをどのように計測したらよいか。</p>	<p>参照： 53_Battery(Cells) Screening Procedures and its verification Report_V1.0.pdf</p>	EPS	○
54	<p>バッテリースクリーニング試験の中で、応答なしの値はエラー値として無視できるか。</p>	<p>数回程度なら無視できるが、頻繁に発生する場合はシステムを確認してノイズを減らす必要がある。</p>	EPS	

55	<p>バッテリースクリーニング試験で、二段階負荷方式を用いる予定。</p> <p>この方式の場合、2Aの放電のみを行うため DC_resostamceを確認しようとする、最初の10秒間に放電したデータを取得できない。</p> <p>また、"C"の意味を知りたい。C=1/2Aか。</p>	<p>2層 DC 負荷システムでは、バッテリーから 10 秒間小電流を流し、3 秒間大電流を流す必要がある。この方法で、内部抵抗を測定してその状態を計算できる。</p> <p>C レートは、バッテリーの最大容量と比較して、バッテリーがどれだけ速く放電および充電されるかによって異なる。</p> <p>2000mAh 容量のバッテリーがあり、2A の電流を使用して放電または充電すると、1 時間で完全に放電または充電される。同様に、0.5c は、1A の電流で 2 時間かかることを意味する。</p> <p>1 C または 0.5 C を実行することをお勧めする。</p>	EPS
----	---	---	-----

56	<p>完全充電から完全放電までの間に、インピーダンス チェックを行う。このとき、2A でのみ放電する必要があるが、2 段負荷を使用する場合は、10 秒間 1A で放電する必要がある。そのため、10 秒で電圧が大きく変化する。</p> <p>この問題をどのように解決することができるか。</p>	<p>2段階方式では、異なる電流と継続時間の2つの連続放電負荷を適用する。バッテリーは最初に低電流で10秒間放電し、次に高電流で3秒間放電する。</p>	EPS
----	--	--	-----

グラフ上のインピーダンスチェックの時間を無視しても良いか。

57	<p>3V3、GND、5V、UNREG、RAW_PWRなどの電力系がBIRD回路では繋がっていないように見える。しかし、OBC/EPS基板から出たUNREG1がCOM基板に入力されないなど、各基板間の接続評価ができないように思えるが、この点について回路上問題はないのだろうか。</p>	<p>そのテスト用のBPBでBIRDS-3とBIRDS-4はEMの動作確認試験を行った。</p> <p>正解である。DEP_SW4はGNDの代わりにRBF2_SINKを使用する必要がある。</p> <p>正解である。この基板はボードの基本的な動作確認用であるため、すべてのシステム試験は行えない。</p>	OBC
	<p>言及されていたDEP_SW4について、現在のBIRDS5の基板を評価するためには、SW4のGND部分をFAB50ピンの48番に相当するRBF2_SINKに接続すれば問題ないのだろうか。</p>	<p>ボードには電源入力用のコネクタと電源確認用の端子も備えている。</p> <p>おそらく、別の型番が存在すると思われる。</p>	
58	<p>DC_resistanceについては、ページ4のファイルによると、低電流が1A、高電流が2Aであるという認識でよろしいか。また、セルと電子負荷のみを使用しており、定電源は使用していないのだろうか。</p>	<p>放電状態には最大2A、充電状態には1Aを使用できる。セル（バッテリー）電圧が1Vに達するまでの放電期間には、2000mAh NiMHバッテリーに2A（1C）を設定できる。</p>	EPS

59	<p>15個のセルの最初のサイクルを終えたが、放電前グラフに問題が見つかった。放電前の開始時に一部のセルの電圧が約10mV上昇している。この上昇は、放電前の開始から40~80秒後に常に発生し、完全放電時には全く発生しない。</p> <p>どのように対処すべきか。</p>	<p>すべてのグラフで同じ現象が起きている為、充電器放電システムからのノイズやその他反応である可能性があります。</p>	EPS
60	<p>セルスクリーニング試験の為に真空リークテストの手順を確認したい。</p> <ul style="list-style-type: none"> 最初の充放電テストで質量、OCV、容量を測定する。 キャプトンテープで覆われたボードを用意し、すべてのセルを揃える（セルは50個ある）。 チャンバーにセットする。 チャンバー内の圧力を1.0×10^{-3} hPaに設定する。 セルを高真空下に6時間放置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 充電器放電テスト中の内部DC抵抗にも注意すること。また、テストの前後の結果も記録すること。バッテリーの長さも直径も記録すること。 OK OK 真空圧は1×10^{-3} [Pa] OK 2回目の充放電テストの前に、すべての物理的パラメータ（OCV、質量、直径、長さ）を測定し、できるだけ早く2回目の充電器/放電器テストを開始すること。 	EPS

テストの詳細、特にセルをチャンバーにセットする方法についてであるが、

・下の写真では、セルはキャプトンテープでまとめられているように見えるが、セルを個別にセットすることはできないのだろうか。

・セルを圧力下に保つためにケースの上部を開ける必要がある。

61

たとえば、2枚目の写真のように、eneloopのプラスチックケースを使用することを考えている。この場合、セルを同じ圧力に保つためにケースの上部を開けたほうがよいと考えるが、どうか。

・すべてのバッテリーを1つのプラスチックケースに入れる方が良い。

EPS

・セルを設定する際、セルのラベルが見える

セルのグループ化について、

3サイクル目のDC抵抗を確認する。

3サイクル目の容量を確認する。

3サイクル目のOCVを確認する。

62

EPS

データの要約を作成した後、3サイクル目の質量を確認する。

ただし、グループ化の詳細な基準が不明である。

まず、同じDC抵抗のセルを選択した後、容量が大きいグループを優セルスクリーニングに

63

EPS

おいて、振動テストの前に真空リークテストを行った理由は、スケジュール調整のためだけであるのか。

はい、最初に振動テストを行い、その後に真空テストを行うことも可能であり、問題はない。ただし、これまでのBIRDSプロジェクトの手順に従う必要がある。

私の理解では、熱テストでは以下の条件でセルをチャンバー内に放置する。

温度: +60度以上

テスト時間: 2時間以上
これで問題ないか。

また、何個のセルをテストすればよいのか。

さらに、テストはいつ実施すればよいのか。
いつでも大丈夫であるのか。

はい、NiMHバッテリー（セル）に対して+60度の熱テストまたは高温テストを行う必要がある。最低2つのバッテリーが必要であり、これはバッテリーロットのサンプリングテストである。

64

EPS

熱試験の前後で、容量、充放電特性、放電温度をどのように測定したのか。

真空テストの前後に行っているのと同様に、熱テストの前後にもバッテリースクリーニングを行うことができる。

この場合、2つのバッテリーをディスプレイチャンバー内に2時間、+60度で置くだけである。バッテリーホルダーのKタイプ熱電対を介してバッテリーの温度プロファイルを保存すること。また、温度プロファイルデータを取得してグラフを作成することもできる。

ただし、+80度を超えると問題が発生する可能性がある。

65

EPS

り、上層に電解液を注入し、バッテリー（セルスクリーニング）を行う必要がある。その前に、すべてのOCV、質量、バッテリーの寸法、およびバッテリーの長さを測定する。

熱テスト

ディスペッチチャンバーで+60度の高温で2時間行う。

66 充放電サイクルは行わなかったのか。それでは、容量はどのように測定したのか。

これも1と同じ手順である。

熱チャンバー内では、充電と放電のサイクルは行わなかった。ただし、チャンバー内で充電と放電を行う場合も問題はない。

EPS

熱テストの前後に室温でバッテリー（セル）スクリーニングを行うことで、データを取得することができる。以前お送りしたMATLABを使用して、充電容量と放電容量、およびDC抵抗値を取得することができる。

振動テスト用のバッテリーボックスの内部を知りたいが、写真はあるか。または、可能であれば、ボックスの内部のサイズを知りたい。

また、振動テストの手順についても再度確認したい。

・振動の前後にOCVと質量を測定し、セルの外観を確認する。デジタルマルチメーターを使用して、小数点以下4桁でOCVを測定するが、九工大で同じ精度でOCVを測定できるか。

・振動機に電池ボックス

バッテリーボックスの写真を1枚メールに添付した

振動テスト中は測定できないが、振動テストの開始前と終了後には測定できる。マルチメーターやその他のものをお渡しする予定である。

はい、我々も測定することができる。問題はない。

バッテリー認定時間には2つの軸のみを実行する必要があり、その軸はX軸とZ軸である。

まず、振動テスト用のバッテリーボックスについてであるが、セルの正確な容量を知りたい。また、バッテリーボックスのサイズはBIRDSのバッテリーボックスの2倍であるか。そうであるなら、容量は12個のセルであると考える。

以前のバッテリーボックスの容量は12であったが、BIRDS-5では18バッテリー容量のボックスを使用した。同じバッテリーボックスを使用する予定である。

68

EPS

次に、デジタルマルチメーターについてであるが、添付の写真のようにOCVを測定している。当社と同じ精度（小数点以下4桁）でOCVを測定できる機器はあるか。マルチメーターが小数点以下3桁の値を示している場合は、当社のマルチメーター九工大で重量測定機を借りることはできるか

そのような電源メーターはあるが、現在BIRDS-5はFM段階にあり、使用しているため、マルチメーターをご持参いただく必要がある。

69

（質量は小数点以下3桁で測定する）

貸し出すことが出来る。

その他

70

宇宙環境向けの接着剤の試験の詳細について教えて欲しい。

参照：70_18350913佐々木悠二_修論_趙孟佑.pdf

環境試験

○

バッテリーのセルのグループ化方法について確認したい。

71 3つのセル（3Sまたは3S2P）をグループ化したのは、主にDC抵抗値の違いによるものと考えているが、3つのセルの2つのグループ（2Pまたは3S2P）をどのように組み合わせたのか。DC抵抗値についても深く検討したのか、それとも容量も考慮したのか。

バッテリーのスクリーニングテストを完了した後、前回のメールとZoomで話し合ったバッテリーセルのマッチング作業は完了していると思われる。まず、シリーズセットのDC抵抗値（ほぼ同等<0.1%）を考慮する必要がある。次に、容量値（5%）とOCV値（0.1%）も考慮すべきである。

EPS

72 バッテリー用セル選定を行っているが、参考にするためにBIRDS5バッテリー用セル選定に関する資料を共有して欲しい。

Ni-MH充電機のセルスクリーニングについての資料を添付している

EPS

73 BIRDSでは、アップリンク検出コード（ASCIIコード）が1つのようであるが、COMMボードに2つ設定することは可能であるか。アップリンクのセキュリティを確保するために、複数のASCIIコードを設定できれば良いのではないかと案が出ている。

可能であるが、現状のもので十分だと考えている。

COM

もし、アップリンク検出コードを複数設定できる場合、どのようにそれらをコントロールし、使い分けするのかについて、何か情報等があれば伺いたい。

74 以前、九工大が開発に携わった衛星の中で、太陽光パネルの接着を業者に発注したものがあるとのお話をしていた記憶があるが、該当する衛星の名前を教えてくださいませんか。

また、発注した業者の会社名も併せて教えてくださいませんか。

太陽電池の貼り付けについてであるが、鳳龍四号で依頼した先はマレーシアの会社であり、現在も発注できるかどうかは不明であるようだ。

相模通信が最近トレーニングを行ったとのことであるため、まずは相模通信に問い合わせさせていただきたい。

EPS

太陽光パネル基板の温度センサの出力部に関して質問がある。

75 添付写真1枚目はBirds4の+X面のソーラーパネルの温度センサの回路である。出力(out)の部分に1kΩの抵抗が接続されている。

添付写真2枚目のように、データシートでは、出力部に800Ωの抵抗が推奨されている。

Birds4で1kΩの抵抗を使用した理由をご教授いただきたい。

データシートでのRs推奨値は最低値のみの定義であるため、1kΩを使用していることは問題ない。

なぜ800Ωでなくとも問題ないかについてであるが、RsはADCの前段に置くローパスフィルタを構成する抵抗である。ADCの入力抵抗に対して十分小さい値であれば、ほとんど誤差なく伝達される。(接続先のADCのデータシートを参照すると、入力抵抗は規定されていないが、DC Leakage Current ±1uA maxとされており、1kΩなら電圧換算で最大±1mV相当で、他の誤差要因より小さいと考える。)

また、800Ωちょうどの抵抗は基本的に市販品にはない。(E12やE24系列で検索いただきたい。) 800Ωちょうどの抵抗を入手しようとする高価であるため、手頃な1kΩを選定しているものと思われる。

EPS

BIRDSプラットフォームでは「ResetPICとCOM PIC – Reset PIC間のUARTについて
COMPICはUARTにて通まず、COM PIC – Reset PICのUART通信をする」とされている。実際に、BIRDS5回路図でも2つのPICをしながらUARTが確認できる。
現状のデザインでは使用することがない。そのため、回路図上ではUARTとして使用できるように記載されているが、プログラムには含まれていない。

76
しかし、ResetPICではReset PIC (RB6とRB7)について
COMPIC用のUARTは次に、このRB6とRB7をUARTラインと
義されておらず、コード内でもCOMPICとのReset PICのプログラムを構築する際
UARTを利用する内容には、直接デバッグしてプログラムの確認
一度も出てこない。この違いについてご説明
いただきたい。
FAB上のアクセスポートからデバッグを行う際には、Main PICを介する必要がある。しかし、デバッグに失敗した場合、Main PICに誤りがあるのか、Reset PICが予想通りの動きをしていないのかわからない。そのため、Reset PICから直接データをPCに送れるようにした
また、ResetPICのコード
バッテリーヒーターの部分について

77
RD0 = 1 がバッテリーヒーターON、0がOFF
という認識で合っているか。
-
OBC

バッテリーボックス内
温度センサが出力する
電圧値は、温度が高い
ほど小さくなるのか。

78 地上局のプログラムを扱う統合開発環境はVisual Studioであると伺っているが、無償版のVisual Studio Communityを用いているか。それとも、有料版のVisual Studio Professionalを用いているか。

Visual Studio Communityで特に問題なく開発できると思われる。

地上局

79 コマンド等のチェックの際にアルミボックスの中にアンテナを入れて試験を行っているとのことですが、どのボックスを購入されたか、もしくは写真等があれば共有して欲しい。

-

統合試験

80 、宇宙での木材の帯電現象についてどのように考えられるか。

宇宙での木材の帯電現象というのは考えたこともないですが、基本は抵抗率（導電率）によります。

乾燥木材はそれなりに抵抗率が高いことがわかる。

Wikipediaの上限値の $10^{13} \Omega \cdot m$ を取ると、これはカプトン(10^{14} 程度)より少し低いくらいである。

となると、電荷が溜まる可能性はある。

Mission

帯電対策は、普通のプラスチックなどの絶縁体と同じ考えで良いのではないか。

	熱サイクル試験の1サイクルの時間はどれくらいであるか。			
81	熱サイクル試験のサイクル間隔はどれくらいであるか。 サイクル数は100サイクル行ったか。	しっかり試験するなら100サイクル程度	環境試験	
		熱サイクルの温度範囲についてであるが、太陽電池の接着剤に関する卒論の一部を添付する。		
82	熱サイクル試験はよく-15°Cあるいは-20°C~60°Cで行われていると聞いたが、外面パネル以外の試験を行う際にもこの温度設定にするのか。	表4-1に示す通り、-80°Cから60°Cで試験を行っている。 参考までに、BIRDS-4の最近の軌道上データを確認したところ、外面パネルは-30°Cから50°Cの範囲内で変化していた。	環境試験	
83	太陽電池の卒論の中で行っていた熱サイクル試験で用いた試験機の名前を教えてください。	LaSEINEで所有している恒温槽の資料参照： 83_小型恒温槽機取説20200521_short-version.pdf 83_大型恒温槽_参考資料_2018.pdf	環境試験	○
84	熱サイクル試験の実施を行うにあたり参考にしたいので、ひずみ測定と熱サイクルの関係の論文の全体を提供して欲しい。	参照：84_20220307_熱サイクル試験.pdf	環境試験	○
85	Eagleで作成した基板データをP板に発注したい。 6層以上のガーバーデータを出力するためにはどうしたらよいか。	ガーバデータ出力ライブラリを添付している。 参照：85_BIRDS_6layer (1).cam	Mission	○

86	<p>新しく開発する衛星に、パッチアンテナと磁気トルカを載せることを考えている。九工大のBIRDS衛星で使用している磁気トルカの情報（制作会社、品名など）を教えてください。</p>	<p>BIRDS-4のADCSの設計を行なった久継の修士論文に磁気トルカコイルの詳細が記載されているので、参考にしてください。</p> <p>磁気トルカの設計については90ページから11.6章の「磁気トルカ設計」に記載がある。</p> <p>設計値等については95ページのTable 11.19にまとめている。</p> <p>BIRDS-4ではこれらの磁気トルカを搭載して打ち上げたが、他の優先するミッションがあったために結局軌道上では動かしていない。</p>	Mission
----	--	--	---------

87	<p>添付回路図のようにFAB内でDEPSW4信号はJ15で途切れてしまっており、信号がQ9,Q10に伝わらないように思える。これは仕様なのか。それとも九州工業大の方で後にはんだ付けなどして導通させているのか。</p>	<p>このような仕様である。ジャンパピンを取り付けている。参照： 87_BIRDS BUS基板_ジャンパピン.png</p>	OBC	○
----	---	--	-----	---

88	<p>RTVを真空引きするためのポンプについて、添付図のポンプおよび圧力計の品番について教えていただいた。また、これに合わせてValve A、B、Valveを繋ぐホースの品番、もしくは品番を確認できるような写真が欲しい。</p>	-	EPS
----	--	---	-----

89	<p>CDRに添付写真のような、地磁気センサのキャリブレーションに関する記述があった。もし、地磁気センサのキャリブレーションに関して、より詳しい資料があれば頂きたい。</p>	<p>BIRDS-4の姿勢制御系担当の修士論文を添付している</p>	Mission	
	<p>太陽光パネルの接着練習用に九工大で用いているガラスについて</p>			
	<p>松浪硝子工業株式会社の製品</p>			
	<p>サイズは80 × 40 mmで厚さ 0.25mm</p>	<p>BIRDS-5プロジェクトで購入したカバーガラスについての見積書を添付している</p>		
90	<p>であることを理解した。ただ、ネット検索では同様の商品が見つからなかった。サイズの関係で特注したのか、また過去に発注した際の注文票などあれば教えて欲しい。</p>	<p>参照： 90_24-07007-21-153 九州工業大学 角カバークラス 80×40×0.25t 210414.pdf</p>	EPS	○
91	<p>BIRDS-3, BIRDS-4の地磁気センサの地上試験データとフライトデータを共有して欲しい。</p>	<p>資料を共有する。 参照： 91_magnetometer.c 91_GLEX-2021,7,1,14,x62750[16].pdf</p>	Mission	○
92	<p>PCからUARTでCOM基板を動かしているが、地上局側でデータの受信ができていない。パケットの形式やデータの中身を教えて欲しい。</p>	<p>データの中身については、COM PICのプログラムを確認する。 COM基板の制御はPCではなく、OBC基板を用いて行うことをお勧めする。</p>	統合試験	

93	<p>太陽光パネル使用しているはんだはネットで販売されている一般的な無鉛はんだである。ウイスカの対策として鉛入りのはんだを使用するなどしているかどうか確認したい。また、外注する際に指定しているはんだの種類についてもお伺いしたい。</p>	<p>有鉛はんだと言えば、通常、融点の低いスズ60%鉛40%程度の共晶はんだを指す。モノタロウの製品で問題ないと思われる。</p> <p>※太さやメーカーについては作業者の好みによって選んでください。練り込まれたフラックスの違いが作業性に多少影響する場合があります。</p> <p>また、太陽電池の角やフチも同様の理由でRTVで覆うようにしてください</p>	EPS
94	<p>ヘルムホルツコイルの有効制御空間内が±70mmであるため、1Uサイズで±100mmの衛星はこの有効制御空間内に収まるという認識で良いか。</p>	<p>ヘルムホルツコイルの有効制御空間は±70mmであるため、1UのCubeSat内部に搭載された磁力計であれば問題なく試験できると思われる。担当者によれば、2Uの衛星で測定を行ったことがあるとのことだ。</p> <p>磁気センサーが有効制御空間内に位置しているかどうかは、センサーの搭載位置によるため、センサーの搭載位置を確認する必要がある</p>	ミッション
95	<p>チャンバーの変換子のタイプは、内側と外側でそれぞれSMAであるのか、それともNであるのか。</p>	<p>接続はSMAである</p>	環境試験
96	<p>・BIRDSで計測された外面パネルの最低温度および最高温度について教えて欲しい。</p> <p>・BIRDSでのTVT（熱真空試験）の設定温度に関する参考資料を共有して欲しい。</p>	-	環境試験

97	<p>① 地上での試験で得られたデータを自動でExcelなどに保存するプログラムがあれば、共有して欲しい。現在、Tera Termの表示を逐一コピーアンドペーストしている。</p> <p>② 衛星運用時のダウンロードで得たデータは、地上局アプリのSaveボタンを押す以外の方法でも保存しているか。Saveボタンの押し忘れに備え、自動保存も必要ではないかという意見が出ている。</p>	<p>①ない。</p> <p>②現在、九工大で使用しているソフトウェアには、データ受信時・コマンド送信時に自動で保存する機能がついている。 Git hubを参照して欲しい。</p>	地上局
98	<p>先ほど太陽光パネルの半田付けを行ったが、添付した画像のようにハンダの表面にフラックスが黄色く変色して出てきている。これはそのままでも問題ないか。</p>	<p>そのままでも特に問題ないようである。気になるようであれば、アルコールで湿らせたキムワイプで簡単に除去できる。</p>	EPS
99	<p>①太陽光パネルの接着後の気泡確認は真空で行うのか、熱真空で行うのか、どちらであるか。</p> <p>②太陽光パネル接着の際の、最後のRTVでの縁取りで、添付した写真のように剥がれてしまうことがあると発覚した。九工大でも似たような事例があったかどうか。</p>	<p>①真空で行う</p> <p>②その際は、上からRTVを追加で塗布した。</p>	EPS

100	OBC/EPSボードにおける消費電力量の測定で、定電源を使用したと思われるが、電流値は定電源に表示される値から計算を行ったのか、それともプログラムから電流値を取得して計算したのか、どちらであるか。	開発初期には安定化電源を使用し、最後にはプログラムから確認を行った。安定化電源を使用する際は、アクセスポートではなくRaw Powerに接続するべきである。	EPS
101	ITUの手続きで書状が届いた。対応方法を教えて欲しい。	総務省に手続きの流れを確認する。	周波数申請
102	バッテリーを10%ほど充電した状態で、アンテナ展開を行った直後にバッテリーの電圧を測定した際、3.2V程度と表示されるとのことである。BIRDS衛星でも同様の状況で電圧を測定したことがあるかどうかお伺いしたい。	-	統合試験
103	太陽光パネル接着の際、最後に行うRTVによるパネルの保護の剥がれを防ぐためには、RTV硬化後に真空引きを行うべきであると聞いた。具体的にどの程度の時間待つべきか。	説明が間違っていた。真空引きをする理由は、熱真空試験・振動試験時に剥がれるのを防ぐため。(早期発見が目的) 剥がれている箇所があれば上からRTVを塗布。	EPS

地上局とチャンバーを繋ぐケーブルについて、BIRDSではどのようなケーブルを使用したか教えて欲しい。

チャンバー内で通信を行う際、アンテナは展開した状態でチャンバーに入れるのか。

木造構体にあいている穴に熱電対が通るか確認するため、可能であればTVTで使用する熱電対を9セットお借りしたいが、可能か。

BIRDS衛星の運用において、HKデータをダウンリンクする際には、専用のコマンドを使用していたか。あるいは、フラッシュメモリのアドレス領域を指定してダウンリンクしていたのか。

BIRDS-4のCDR資料の中で、Total Power Generation from solar sourceが1120mWに対して、Average Energy consumption per Orbitが1143mWhとなっている。この状態では電力が枯渇してしまっているように見える。どのような解釈をすればよいか。

SMAのケーブルを使用していた。簡単に言えば、COM基板を地上局に接続するようなイメージである。チャンバーのインターフェイスには、SMAのメスコネクタが装備されている。

はい。その通りである。(もしくは展開させる)

熱電対のコネクタではなくケーブルを通せばよいのでそこまで大きな穴は必要ない。テグスを束ねて模擬できる。

アドレス領域を指定してダウンリンクしていた。

「Total Power Generation from solar source」は単位が[mW]であるが、「Average Energy consumption per orbit」の単位は[mWh]である。太陽発電電力を1.5倍して比較すると、電力量マージンが約800mWhとなる。

環境試験

統合試験

EPS

104

105

106

107	<p>ここ数日、すべての基板（バッテリーを除く）を動作させ、MainPICからのUART通信でログを確認していたところ、2度ほどResetPICのみ反応しなくなる事象が発生した。</p>	<p>オープンソースで公開しているプログラムを入れて試験を行う。 →同様の症状があれば、基板に問題がありそう。</p>	統合試験
108	<ul style="list-style-type: none"> ・ BIRDS-4とBIRDS-5で使用している太陽セルは同じものか。 ・ BIRDS-4とBIRDS-5の資料でダイオードのエネルギーロス量が異なる。どちらが正しいか。 ・ COM基板もBIRDS-4とBIRDS-5で同じか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同じものである。 ・ 確認する。 ・ 同じものである。 	EPS
109	<ul style="list-style-type: none"> ・ FM用プログラムを最後に入れる前や、30分タイマー試験の前に、衛星のフラッシュメモリのデータを全削除しておく必要があると考えられる。そのため、BIRDSではデータ削除用のプログラムを作成しているか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ オープンソース内のプログラムを確認するように。 Main PICのanalyze_command.cを確認。 	OBC

具体的には

「mainpic_function.c」
において、
「MAKE_CW1_FORMAT()」と
「MAKE_CW2_FORMAT()」の2種類が用意されており、
「MAKE_CW_FORMAT()」内で変数

はい。その通りである。

110

「CW_IDENTIFIER」の値をもとに通信が制御されていると見受けられる。通信方法としては、1と2の内容を交互に定期送信しているという理解で正しいか。

プログラムの変更がどこまで波及するか調べてみるように。

OBC

自作のプログラムが必要だと思う。

地磁気や温度などのMISSIONデータを追加で地上局に送信するために、

「MAKE_CW3_FORMAT

Q1. 過放電および外部短絡のハザード制御に使用しているSepSW1 (MOSFET) についてであるが、ボディダイオード特性を考慮すると、ニッケル水素電池から太陽電池の方向に電流が流れてしまう可能性がある。SepSW1はP-channel MOSFETと思われるが、ボディダイオード特性についてはどのように対策されているのであろうか。

Q2. 型番からSepSW2はN-channel MOSFETであると考えられるが、回路スキマを見るとDepSW2を介してゲー

Q1. FETスイッチは一方の方向を遮断するが、ボディダイオードにより逆流が発生する。そのため、SepSW1は過放電や短絡故障のインヒビットにはならない。SepSW1とバッテリーの間にはDCDCコンバータがあり、こちらには内部にFETが組み合わされており、逆流を防ぐことができる。

Q2. Q1に関連して、インヒビット図を送付する。バッテリーヒーターを使用しない場合は、この図で対応可能である。さらに、UNQ-2でリークによる過放電をハザード要因として識別し、リーク解析の結果を反映させている。また、DepSWの故障時にはGND側のDepSWのハーネスにリーク電流が流れるため、ハーネスの評価が必要である。そのため、STD-Attachment3として解析したリーク電流に対して、使用するハーネスが十分に対応できることを評価した結果を示す。

チャンバーシュラウドの内面の黒色塗装には、どのような塗料が使用されているのか。

チャンバーシュラウドの内面の黒色塗装には、以下の黒色スプレーが使用されている。詳細は次のリンクを参照されたい: 黒色スプレー。放射率は0.94で、吸収率も同じ程度である。

チャンバーシュラウドの寸法と素材を教えてください。

チャンバーシュラウドの寸法と素材は、シュラウドは銅でできており、直径は約28cmの円筒である。

112 チャンバーシュラウドにはMLIで蓋をしていると思われるが、衛星が見る面はどのような素材であるのか。

チャンバーシュラウドにはMLIで蓋をしていると思われるが、衛星が見る面はMLIのアルミ蒸着ポリイミドフィルムの銀色の面である。

EPS

ヒーターとチャンバーシュラウドは直接接触しているのであろうか。

ヒーターとチャンバーシュラウドは直接接触している。

<https://www.monotaro.com/g/00253317/?t.q=%E9%BB%92%E8%89%B2%E3%82%B9%E3%83%97%E3%83%AC%E3%83%BC>

113 太陽光吸収率および半球放射率の測定について質問がある。インターフェース要件などがある場合、それらを教えてください。

-

EPS

114	<p>衛星局開設に係る落成検査について質問がある。総通局に工事完了届を提出するにあたり、落成検査に必要なデータの事前提出が求められている。測定項目は空中線電力、周波数の偏差、占有周波数帯幅、スプリアス強度である。これらの測定について、九州工業大学で行われた際の手順などの資料はないであろうか。もし落成検査に関わる資料があればいただきたい。</p>	<p>地方総合通信局もしくは、測定事業者を確認する。</p> <p>事前の確認で、購入時に同封されているCOM基板の試験報告書のある写真の通りの設定値で測定をしておいた方が良い。</p>	周波数申請
-----	---	---	-------

115	<p>E2Eの評価基準を記した書類や手順書を共有して欲しい。</p>	<p>放出からアンテナ展開、30分タイマー機能、OBC機能（定期リセット等）、通常運用（HKデータのダウンリンク（アップリンク）、CWの取得）、ミッション運用、サンシミュレーターとローターを使用した発電量の計測を実施した。実施期間は5日間程度である。なお、衛星に接続するケーブルは充電ケーブルのみである。</p> <p>すべての項目が合格することが評価基準である。</p> <p>記録表については、添付の写真を参照。また、ダウンリンクデータについては地上局運用ソフトウェアで別に保存している。</p> <p>参照：115_E2E test.png</p>	統合試験	○
-----	------------------------------------	---	------	---

EMを用いた地上試験中に、FAB基板DEP SW4の回路に損傷が発生した。地上試験ではバッテリーヒーターの試験も実施したが、正確にいつ損傷が発生したのかは不明である。

この基板はBIRDS衛星のものであり、基板と回路は同一である。九州工業大学では、このような事象が発生したことはないであろうか。

Dep-SW4は、バッテリーのGNDとシステムのGNDを接続するスイッチである。そのため、このスイッチは必要であり、安全審査のスリーインヒビットにも含まれていると考えられる。

U25とU26の許容電流値を調査したが、問題はないようである。他のプロジェクトで同様の問題が発生したという報告は聞いていない。

統合試験

太陽光パネルのRTVの接着強度を検証するために、汎用チャンバーを接着手順に従って使用しようと考えている。手順ではチャンバーのマニュアルに従うと記載されているが、具体的にどのような条件で実施すべきか。特に、圧力をどの程度まで下げる必要があるかなどの詳細な条件を教えてください。

圧力は低圧 (1×10^{-3} Pa) まで下げ、常温で1~2時間の間保持する必要がある。

EPS

小型チャンバーにはどのような端子が付いているか

参照：118_小型チャンバー取説_Ver2019.pdf

環境試験 ○

		BIRDS-5の回線計算ファイルを添付している。		
119	BIRDSのリンクバ ジェット計算に関する Excelファイルや手引き などがあれば共有して 欲しい	3行目に周波数を入力すること。また、 31行目には衛星通信機（COM基板）感 度試験で取得したデータを入力するこ と。 参照：119_120_121_BIRDS-5 LinkMargin.xlsx	COM	○
120	地上局に31 dBのプリア ンプ（preamp）を設け ているが、共有いただ いたエクセルファイル にはその項目が含まれ ていなかった。 添付ファイルのおお り、Downlink Summary comments シートの28行目に preamp[dB]の項目を追 加し、Signal Power at Ground Station LNA Inputの計算式に preampの値を加えるこ とで修正を行った。 この修正方法で問題な いか、	幅するため、プリアンプが31dBの利得 を持っていても、回線マージンが31dB 増えるわけではない。 33行目のLNA（Low Noise Amplifier） がいわゆるプリアンプである。プリアン プの役目は、アンテナ直下に設置して ケーブル損失（29行目）を減らすこと、 および受信機よりノイズの少ない増幅器 を前に置くことで、受信系全体の実効ノ イズ温度（30行目）を減らすことであ る。 プリアンプの効果を考慮に入れる場合、 プリアンプの入力雑音温度を30行目に入 力し、アンテナからプリアンプまでの ケーブル損失として設定することで反映 させることができる。これにより、約 3dB程度の改善が見込まれる。 参照：119_120_121_BIRDS-5 LinkMargin.xlsx	COM	○

多段に接続したPre ampの総合雑音指数（NF）は、初段の増幅率が大きい場合、初段の雑音指数とほぼ同じとなる。そのため、Pre ampのNFが0.2dBである場合、このNFの雑音温度を入力すればよいと考えられる。

NF=0.2dBは非常に高性能であり、この時の雑音温度は約14K程度となる。非常に感度が高いため、運用時にはアップリンクの回り込みで破損しないよう注意が必要である。

なお、計算サイトのリファレンス温度の単位はケルビンであるため、室温を入力すること。例えば、290Kや300Kなどである。

- 121 受信Pre ampを使用した場合の総合NFは0.2dBとなり、この時の雑音温度は1.272Kとなる。計算サイト「雑音温度計算」（リンクはこちら）を使用し、リファレンス温度を室温27度で計算した。
<https://www.pasternack.jp/t-calculator-noisefigure->
- この場合、宇宙雑音の方が見える可能性が高い。銀河方向では最大で約200K程度となる。詳細については、以下のリンクを参照されたい: 銀河方向の雑音。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/nictkenkyuhokoku/6/22/6_23/_pdf
- エクセルシートの30行目の単位はケルビンであるため、そのまま200と記載すること。
- COM ○
- 参照：119_120_121_BIRDS-5

- 122 申請書に添付する「人工衛星の構造に係る基準適合性評価」のうち、再突入時の第三者損害の防止に関する項目として要求されている「超小型衛星の落下危険度評価のための構成品の物理特性リスト」の作成を進めている。このリストには、物理特性や材料について記載する必要があるが、BIRDS衛星の申請文書ではどのような項目が記述されていたか、教えていただきたい。

宇宙活動法

123 Enloop BK-3KCCのメーカーカタログによれば、使用温度範囲は放電時が-5～50°C、充電時が0～40°C、保存時が-20～35°Cである。監視の閾値を-20～60°Cとしている理由として、低温側は「-20°Cまで保証」、高温側は「過去の試験実績」としているが、その根拠はどのようになっているか。

Enloop BK-3KCCのメーカーカタログによれば、使用温度範囲は、放電時が-5～50°C、充電時が0～40°C、保存時が-20～35°Cとなっている。監視の閾値を-20～60°Cとしている理由について、低温側は「-20°Cまで保証」、高温側は「過去の試験実績」としているが、その根拠については、九州工業大学が人工衛星に使用するバッテリーと同じものを60°C以上の熱環境に曝す試験を実施し、その後正常に動作することを確認している。また、九州工業大学の過去の衛星プロジェクトの運用データからも、60°Cでの動作が確認されている。

宇宙活動法

バッテリーセルの安全弁、およびFAB基板上のキルスイッチ実機の健全性をどのように担保しているか。

バッテリーセルの安全弁およびFAB基板上のキルスイッチ実機の健全性については、EM（エンジニアリングモデル）をFM（フライトモデル）と同等品として試験を行うことで担保できると考えられる。

124 宇宙活動法の申請に関して、太陽電池パネルに使用されているガラスの融点情報が必要となっている。

正確な融点情報は有していない。CMXはQioptiq社のカバーガラスであり、セリウムを添加したホウケイ酸ガラスであると考えられる。ホウケイ酸ガラスの軟化は850～900度付近、融点は高いもので1650度付近であり、これはチタンよりは低いと思われる。正確な情報については、Azurまたはその代理店に問い合わせることを推奨する。

添付ファイルの太陽電池パネルを使用しており、CMX100というカバーガラスが使われている。このガラスの融点に関する情報を共有して欲しい。

124_0003401-01-01_DB_3G30A (1).pdf

宇宙活動法 ○

125 BIRDSの熱真空試験において、バッテリー温度が許容範囲を超えたことはあるか。もし超えたことがない場合、最高何度まで上がったか教えて欲しい。

BIRDS-5の時は、-2～55°Cだった。

環境試験

アコモデーションハンドブックには、熱環境の欄に-15°C~60°Cとの記述があるのみであり、-15°Cおよび60°Cをどれくらいの時間維持するのか、また温度変化率の指定などはないと認識している。

BIRDS-5の熱真空試験での温度プロファイルを決定する際に、どのような判断材料があったか

BIRDS-5におけるアンテナ展開試行回数は4回とされているが、この回数に決定した理由は何か。

また、BIRDS-5で発生した通信不能の原因は、アンテナが展開されなかったことによるものと理解してよいか。

その場合、アンテナ展開試行回数を5回以上に設定していた場合、通信が回復できた可能性があるのか。

BIRDS-3からの引継ぎである。各プロジェクトでアンテナ展開試験を実施しており、問題なく展開していたため、そのままの手順を引き継いだ。BIRDS-4も同様である。

また、BIRDS-5で起こった通信不能の原因について、アンテナが展開されなかったことが原因の1つである可能性はある。ただし、アンテナ展開ができなかった原因を特定することができなかったことや、3機とも同時に失敗する可能性が低いことから、通信不能の原因をアンテナ展開に断定することはできていない。

アンテナ展開試行回数を5回以上にしていた場合については、結果は変わらなかったと考えられる。アンテナが展開できない原因として、焼き切れた後にスタックすることが挙げられるためである。

一昨日からE2E試験を行っている。約24時間経過した昨夜に、パケット通信（ダウンリンク）ができなくなる事象が発生した。その時はバッテリー駆動をしており、バッテリーの電圧は3.8Vを下回っていたと推定される。そのため、パケット通信に必要な電流量が供給されなかったのではないかと考えられる。

九州工業大学のBIRDS衛星における定常運用が可能なバッテリーの最低電圧を教えていただきたい。また、BIRDS衛星の地上試験において、このようにダウンリンクができな

衛星として組み上がっており、アクセスポートには安定化電源からのケーブルのみが接続されている状態で試験を行っているのか。また、どのような基準で電源をオンにしているのか。

約24時間経過した昨夜にパケット通信（ダウンリンク）ができなくなる事象が発生したとのことだが、ダウンリンクのみができない状況であり、CW送信やミッションは運用できているという理解でよいか。

過去の試験ログを確認したところ、バッテリーが3.6Vの状態でもダウンリンクには成功していた。

ダウンリンクができなくなった後、アクセスポートから電源供給を行うと通信は復活したのか。

一度、これまでのE2E試験データを解析してみることを提案する。フラッシュメ

FMは、衛星として完全に組み上げられており、FABのアクセスポートに外部電源から電流を供給している。ただし、パケット通信時には外部電源から必要な電流量を供給できないため、バッテリー駆動に切り替えている。ダウンリンクの異常は、この切り替え時に発生したものである。

質問にある「どのような基準で電源をオンにしていますか」という点については、具体的にどのような意味であるのか教えていただきたい。

- バッテリー駆動によるFM-E2E試験を行ってきた。パケット通信（ダウンリンク）の回数を増やすことでバッテリー電圧を3.6V近くまで低下させたが、それでもFMは正常に動作している。このことから、昨日のシャットダウンはパケット通信不能のせいではないということになる。
- 130
- 昨日のシャットダウンは開始からちょうど24時間経過した時に発生しているため、Reset PICによるシャットダウンが起きたのではないかと考えている。ただし、シャットダウン後に10分程度放置したEM-E2E時には、1週間問題なく24時間リセットが動作していた。
- FABのJ5から定電源による電力供給を行い、RBF2を挿してバッテリーと回路を分離している際には、FABのDCDCコンバーターの制限電流のためにダウンリンクができない、との認識を持っているが、この理解は正しいだろうか。
- 131
- 九工大のE2E試験時には、問題なく24時間リセットができていた。
- プログラムに問題がある可能性が考えられる。
- E2E前の24時間機能試験では、正常に動いていたか。
- 統合試験
- はい。そうだと思う。
- J5から電力供給をする際に、RBF2を使う理由は何か。
- 統合試験

132 J5から電力を供給する際にRBF2を挿しているのは、充放電によるバッテリーへの負荷を防ぐためである。BIRDSのFMを用いた試験では、バッテリーの充電をしながら通常の運用実験（ダウンリンクなど）も行われているのであろうか。

実際に衛星が飛行している際に、RBF2の抜き差しを行うことは可能であるか。安定化電源を接続している理由は、太陽電池からの発電を模擬するためではないか。実際に宇宙空間で、衛星はどのように動作するのか。

BIRDS教科書にあるE2E試験方法について確認するように。

統合試験

133 SAR 6.1に関する情報を共有して欲しい。

Baseline Flight Safety Assessment Report(SAR) for Safety Review Phase IIIを参照
<https://birds-project.com/open-source/>

安全審査

134 SAR 3.2.4に関する情報を共有して欲しい。

Baseline Flight Safety Assessment Report(SAR) for Safety Review Phase IIIを参照
<https://birds-project.com/open-source/>
 参照：
 134_j3119f.pdf
 134_PDTA144E_SER.pdf

安全審査 ○

135 FAB基板のポッディング箇所を教えて欲しい。

提出資料に示した場所をポッディングする必要がある。提出資料を要確認。

安全審査

136 最終充電時の作業環境・内容について教えて欲しい。

安全審査資料UHRに記載したとおりに実施する。

安全審査

137 安全審査に関して、BIRDS 5 のInhibit Function Test Reportを参考にさせていただきたい。

これまで提出してきた安全審査資料を基にどのような試験(検証)をする必要があるか要確認。

安全審査

138 組立後のバッテリー電圧と容量の測定はどのようにおこなうか。

アクセスポートから電圧を測定する。電圧データを基に、バッテリースクリーニング試験結果から容量を計算する。

安全審査

139	<p>「人工衛星の構造に係る基準適合性評価」の「再突入時の第三者損害の防止」の項において、アンテナエレメント（磨焼入鋼帯（鋼種：SK85））の落下危険度を推定したい。しかし、融点や密度などのデータを入手できていないため、参考にしたデータソースがあれば教えていただきたい。</p> <p>2点目であるが、以前も質問した事項であるものの、バッテリーの安全弁の健全性を試験する方法が見当たらない。そこで、試験手順や試験の原理について教示いただきたい。</p>	宇宙活動法	
140	<p>九州工業大学ではこのファスナーをどのように分類し、管理（解析の有無など）していたかを教示いただきたい。</p>	宇宙活動法	
141	<p>安全審査資料としてAntenna Storage Procedure Manualを作成し、テグスの縛り方を説明することになった。</p> <p>九工大でJAXA安全審査資料としてAntenna Storage Procedure Manualに相当するものを作成している場合、共有いただきたい。</p>	APの中で、示している。	安全審査

142	<p>九工大でバッテリーヒーターの温度上昇についての解析について教えて欲しい。</p>	<p>バッテリーヒーターの安全機能の検証として、ヒーター下流のFETの検証試験を行っているため、特に解析は行っていない。</p>	安全審査
143	<p>安全審査IIIについて、FABに搭載されているDCDCコンバータ試験の逆流防止機能の試験は行っていたか。</p> <p>行っていた場合、試験内容を教示いただきたい。</p>	<p>バッテリーの代わりに安定化電源を取り付け、DCDCに対して逆方向に電圧をかける。DCDC前後のキャパシタの電圧を測定すればよい</p>	安全審査
144	<p>FAB-FMのDCDCコンバータの逆電圧特性が正常に働いていることを、組立て後のFAB-FMの試験で検証する方法があるか。RBF2ピンを抜いてバッテリーを稼働させた後に、FABのSRCV（ソース電圧）を測定すれば、DCDCコンバータの逆電圧特性が正常に働いていると言えるのではないか。</p> <p>部屋を暗くして測定するため、太陽光パネルからの起電力は0Vと仮定できると思う。</p>	<p>室内の電気では大して発電しないと思われるため、一応暗めにすれば太陽電池の影響は省けると考える。</p> <p>SRC_Vの値でバッテリー電圧がかかっていることを検証できたと思う。</p>	安全審査
145	<p>SepSW1の健全性を再度証明することはできないか。</p> <p>SepSW1の逆流防止の検証法について教えて欲しい。</p>	<p>充電ポートに外部電源を接続してバイアスをかけ、SepSW1のON-OFF時のSRC_Vをモニターすれば、逆流するかどうかを確認できると思う。</p> <p>健全であれば、ボディダイオードが存在するため、逆流するはずである。</p> <p>SepSW1の健全性については、太陽電池からバッテリーへの順方向のON-OFF確認で問題はない。</p>	安全審査
146	<p>TNCが動作しない</p>	<p>TNCがKISSモードではなく、TERMINALモードになっている。</p>	地上局

147	<p>USB無線機および無指向性アンテナ、これらのケーブルなどを購入するにあたり、メーカー名および型名の情報を提供いただきたい。</p>	<p>参照：147_学生実験部品リスト.xlsx</p>	<p>地上局</p>	<p>○</p>
148	<p>キューブサットがポッドから放出される際にΔVが発生するかわられるが、その影響はどの程度あるのか。</p> <p>また、放出される軌道は固定されているのか。それとも、ある程度ユーザー側でパラメータを与えることが可能であるのか。</p>	<p>添付資料では、1.1~1.7 m/secと記載されている。 https://humans-in-space.jaxa.jp/biz-lab/experiment/ef/jssod/</p> <p>ISSの放出時の高度380~420kmによって変わってきます。 ユーザー側で軌道を指定することは出来ない。</p>	<p>その他</p>	
149	<p>Birds4において、一日あたり地上に落とせるデータ量は全体で1MByte/dayであると考えますが、HKやオーバーヘッドの影響により、ミッションで使用できる実際のデータ量はどの程度であるか。</p>	<p>ミッションのダウンリンク容量は1回の運用で約20kBである。 この中にはエラーも含まれるため、再度ダウンリンクする必要があるデータも含まれる。 運用はISS軌道で行われ、一日あたり約4パスがあるが、そのうち2パスは深夜の場合が多いため、日中のみでは一日2パスとなる。 したがって、1日に約40kBとなると考えられる。</p>	<p>COM</p>	
150	<p>GPSの使用の検討を行っている。Mass、Size、消費電力、データ容量 ([byte/format/sec]) のICD情報があれば提供いただきたい。</p>	<p>Fireantを使用している。 GPS受信機のICとして、SkyTraqのS1722F8-GLを搭載している。 モジュールの質量は約45g、サイズは45mm x 35mm、消費電力は0.3W以下である。データフォーマットはNMEAフォーマットであり、ASCIIテキストデータを最大900キャラクタ/秒で送信する。NMEAデータは0.9秒以内で1秒ごとに送られる。</p>	<p>ミッション</p>	
151	<p>BIRDS-4のパワーバジェット表を共有して欲しい。</p>	<p>参照： 151_Power_consumption_generation_BIRDS4.pdf</p>	<p>EPS</p>	<p>○</p>

152 RTVの発注先を教えてください。
早川商事株式会社
RTV S-691A (0.9kg) : 600,000円/kg
RTV S-691B (0.1kg) : 600,000円/kg
計600,000円(+税)
Aを0.9キロ、Bを0.1キロ買って混ぜて使うという理解で良いか。
毎回使う分だけ9:1の割合で混ぜて使う

EPS

キューブサットにおいて、最も電流を流すのはスクリーニングであると想定している。

充電は1C、つまり4Aで行っていると認識しているが、それで合っているか。

1Cは最大4Aであるが、九工大での試験ではバッテリー容量が3500mAhであり、したがって1Cは3.5Aである。

153

その場合、安定化電源は5A、18Vで、プログラマブル（SCPIのようなもの）であればなお良いと考えているが、この考え方は適切であるか。

5A、18V、90Wの安定化電源であれば、問題なくスクリーニング試験が可能である。プログラマブルの方がなお良い。

EPS

負荷についても90W程度でよいか。

	シールドボックス my1515ではUHF帯の シールドができず、中 山さんの特注品は100万 円を超えると聞いた。	メーカーとのテレコンで使用した調整資 料（シールドボックス諸元v2.pptx） と、メーカーからいただいた見積書、発 注時の仕様書を添付する。			
154	そこで、過去に取引し た経験のある会社で以 下の製品を見つけた が、評価をいただけな いか。 my1515がGHz帯で 20dBのシールド性能を 持つのに対し、こちら はUHF帯で60dBの減衰 が可能である。しか し、自由空間損失が約 120dBに対しては減衰 量が低いので、十分で	一般的に、シールド1層では60dB程度が 限界とされているようである。この特注 品も二重構造にすることで、要求仕様の 96dB以上を確保する設計となってい た。（要求仕様96dBについては、 20201022_微弱電波.pptxを参照された い。大抵のCubeSat側の送信機は0.8W 以下であるため、29dBm - (-66.5dBm) = 95.5dBを整数に繰り上げたものであ る。） シールド性能が500kHz～10GHzで明記 されているため、my1515よりもこちら の東京計器のシールドボックスの方が UHF回線の試験用には適している。取引 経験があるのであれば、スムーズに導入 できると考える。	https://www.tokyoikei i.jp/products/tka/detai l.html?pdid=149	COM	○
155	BIRDS-3からBIRDS-5 への変更点を教えて欲 しい。	参照： 155_Birds5_FAB_rev04_20201016 (1).pdf 155_BIRDS5_OBC_rev06_20201225.pdf 155_FAB_OBC Update RevA.pdf		OBC	○
156	BPB上のCPLDについて 型番を教えて欲しい。	参照： 156_BIRDS4_BOM_Testbed_v2.0.xlsx 156_Testbed v2.3.zip		OBC	○
157	周波数調整の手引きを 共有して欲しい。	国内調整についてはAPIを総務省に提出 するのとほぼ同時にスタートする。地方 総合通信局にも事前連絡をしておいた方 が良い。		周波数申請	
158	宇宙活動法のハンド ブックを共有して欲し い。	https://www8.cao.go.jp/space/applica tion/space_activity/application.html		安全審査	

熱設計にはNASTRANを使用しているが、放射のデータについての論文およびデータを提供いただきたい。

伝導については、STMを製造し、熱真空試験でモデルの妥当性を検証すべきであるか。

NASTRANを使って詳細に解析するのも良いが、1Uキューブサットで姿勢制御を行わないため、2ノード（内部と外部）または3ノード（内部、外部、バッテリー）で簡略化して解析しても良いと考える。

細かい熱モデルを作成するのであれば、接触熱伝導の値は熱平衡試験で取得する必要があるため、どこかで試験を行う必要がある。

今回は発熱するコンポーネントがあるということなので、試験ではその熱がどの程度こもり、何度くらいまで上がるかが分かると思う。STMはダミー基板で行うこともあるが、熱源を配置した方が温度勾配が出るため、より正確な熱モデルが作れると考える。試験と解析を行うことは熱設計の勉強にも良いと思う。

しかし、STMの段階である程度の基板が揃う必要があるため、電気系との開発

これは安全審査に要する期間であるか。
民間会社を通す場合、書類作成後、業者側の審査書類確認および修正作業に半月から1ヶ月、その後の構造審査および修正に2週間、安全審査および修正に2週間を要し、すべてクローズした後に議長承認会が行われるため、全体で1ヶ月半から2ヶ月かかる。

- | | | | |
|-----|------------------------|---|------|
| 160 | phase0,1,2,3の期限はどれくらいか | Phase012からPhase3までのFMの開発期間についてであるなら、BIRDS-2はPhase012が9月に終了し、10月と11月で開発、12月にFM環境試験、審査書類提出、そして2月にPhase3審査となる。BIRDS-3はPhase0123の一発審査、BIRDS-4はPhase012が10月、Phase3は翌年9月である。Phase012の審査でFMの設計や試験方法が固まっているため、製造に1ヶ月、組み立て・確認試験に1ヶ月から1ヶ月半、環境試験に1ヶ月、終了後に審査書類提出という流れである。 | 安全審査 |
|-----|------------------------|---|------|

- | | | | |
|-----|---|--|------|
| 161 | MIULを記載する時の参考文献である[CR-99117 JAXA 宇宙ステーションプログラム材料及び工程要求書], [CR-99218 JEM 材料選定リスト]を送ってもらえるか | 参考文献はあくまでJAXAと事業者内で保有しているものであり、非公開文献である。JAXAと何らかの契約を結び、審査を受けなければ入手・閲覧はできない。基本的には、参考文献に基づいてJAXAもしくは事業者が開発者に個別に指摘を行うだけである。 | 安全審査 |
|-----|---|--|------|

- | | | | |
|-----|---|--|------|
| 162 | もしくはMIULはMSFC-HDBK-527F やMAPTIS2に記載されているものでも適正だと言えるのか | CubeSatの場合、MIULは衛星を1つの物体として記載する。個別の材料についての記載は行わない。特殊な構造材料を使用したい場合は、JAXAもしくは事業者側に確認を取り、そちらが参考資料などに基づいて使用の可否を判断する。 | 安全審査 |
|-----|---|--|------|

- | | | | |
|-----|--|---------------|------|
| 163 | MIULは衛星に使用されるすべての材料に対してリストを作成するのか、例えばカメラ内部の部品や半導体なども含めるのか。 | 1つの衛星として記載する。 | 安全審査 |
|-----|--|---------------|------|

164

全ての材料に対して材料証明を集めないといけないのか

材料証明が必ず必要なのは、外面にFR4基板を使用する場合である。FR4の材料証明が必要なのは、FR4が外面に使用される場合、この外面パネルがFracture Critical Partに識別されるためである（FCEのN-2参照）。Fracture Critical Partに識別されると、構造解析で十分な強度を持つことを確認し、適切なプロセスおよび材料で製造され、適切なプロセスで組み立て管理されることを材料証明および組み立て手順、記録で確認する必要がある。また、フライト品が健全に作成されていることと振動試験で確認することも必要である。

安全審査

ロードパスにあるファスナーについても材料証明が必要である。材料証明がない場合は、MWLを加えたレベルでの振動試験を行うことで対処することも可能である（FCEのL-2-1、L-5参照）。

165

phase1 09~12のハザードレポートの雛形が公開されていないが、書き方は個人で決めてよいか

09-12はSHRおよびUHRである。これらはJAXAおよびNASAのフォーマットであり、非公開である。契約後に取得できる。SHRは基本的なハザードの内容、制御、検証方法がリスト化されており、対応するものにチェックを入れ、検証文書を当てはめる形になる。SHRは最近のNASAの安全文書の改定に伴い、新しいフォーマットにアップデートされているため、過去のもの进行参考にしない方が良くかもしれない。UHRも構造破壊、バッテリー破裂、展開物の誤展開、RF放射などのフォーマットが決まっており、事業者などからフォーマットをもらうことができる。SHRと同様に、ハザード原因、制御方法、検証方法、検証文書を記載し、審査員に分かりやすくするために、ハザード検証に関する図や表もAttachmentとして載せるが、これもドラフトが用意されている。

安全審査

166	<p>ハザードについて、JX-ESPC-101132-Dの4.2.2.1項では標準ハザードが4つしか記載されていないが、こちらの資料には14つが記載されている。これは、超小型衛星とその他の衛星で必要なハザードが異なっているという認識であっているか。 https://www.mext.go.jp/kaigisiryoy/content/20210127-mxt_uchukai01-000012384_8.pdf</p>	<p>JX-ESPC-101132-Dの4.2.2.1項には標準ハザードが文中に「対応例」として記載されており、14個が含まれている。</p>	安全審査
167	<p>ハザードレポートはFTAを用いて明確に記載するほうが良いのか。</p>	<p>BIRDS Open SourceにあるSARを参考。</p>	安全審査
168	<p>バンドパスフィルタというガラス製のフィルタとカメラが使用されているが、これは標準ハザード「ガラス等の飛散防止」項目に該当するか。また、BIRDS-4はレンズにカバーを付けていないように見受けられるが、実際にはどのようにして許可が下りたのか。</p>	<p>ガラスを使用する場合、以下の3つの方法で対応が分かれる。1つは、ガラスが封入されていること、2つ目は負荷が掛からない設計にすること、3つ目はその他の方法で制御することが挙げられる。カバーを付けて封じ込め、万が一割れた場合でも外部に飛散しない設計であれば、SHRでその構造を検証文書に示す必要がある。負荷が掛からない場合も、SHRでその状態を検証文書に示すべきである。BIRDSの場合は、他の検証方法を用いてUHRの構造破壊に関するShatterable materialとして制御を記載し、振動試験で壊れないことを確認している。ただし、振動試験後には破損などが確認される必要がある。</p>	安全審査
169	<p>SARの資料を共有して欲しい。</p>	<p>BIRDS Open SourceにあるSARを参考。事業者から提供されるフォーマットに合わせて記載する。</p>	安全審査

ヒステリシスダンパの方はサイズを指定する必要がある。

・ ALNICO 5

ADS(姿勢決定サブシステム)

[https://www.digikey.jp/product-detail/ja/standex-meder-electronics/ALNICO500-](https://www.digikey.jp/product-detail/ja/standex-meder-electronics/ALNICO500-19X3.2X3.2MM/374-1130-ND/695282)

170

永久磁石とヒステリシスダンパはどのように調達していたか。

19X3.2X3.2MM/374-1130-ND/695282

ミッション

- ・ メーカー名
- ・ スペックの項目

・ HYmu80 Hystersis damper (length 4cm diameter 0.2cm radius 0.1cm)

<https://www.alibaba.com/product-detail/Super-Nickel-Alloy-Permalloy-80->

HyMu80_1600059517184.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.23fb7c92CLII7N

TCS(熱制御系)

・ TCS

BIRDSシリーズではバッテリーヒーターを搭載していたが、軌道上の温度データよりヒーターはオンにはならないことがわかっているので、BIRDS-5からは使用していない。

171

これまでのバースで熱制御素子は使用してきたか(ヒータ、ペルチェ阻止など)

ヒーターの型番は以下の通り。

その他

KHLVA-102/10

<https://www.jp.omega.com/pptst/KHRA-KHLVA-KHA-SERIES.html>

・ STR

・ Birds4でフレームにアルミ以外の素材を使っているが、

BIRDS-4では構造フレームをアンテナとするミッションがあったためところどころを絶縁体にする必要があった。

172

どのような素材で目的を教えて欲しい。

PEEK材を使用したか、こちらは気にしなくてよい。BIRDS-5ではすべて同じアルミ材。

構造

173 総務省への提出資料はJARL資料よりも先に作るべきか。

ARLへの申請書類が先で問題ない。既存の地上局がない場合、IARUの書類に地上局コールサインは必要ない。ただし、FM開発時には地上局コールサインが必要になると思われる（ダウンリンクのパケットに相手先コールサインとして地上局コールサインを指定するため）。その場合は、総合通信局に事情を説明すれば、コールサインだけ先に確保してもらうことも可能である。

周波数申請

174 以下のパラメータは何を入力する必要があるか。

- ・周波数調整書より
- ・衛星送信機の有効等方性放射電力
- ・衛星通信機の調整範囲の詳細(UHF通信機)
- ・衛星に搭載された通信機のノイズ温度(UHF通信機)
- ・回線設計書(8.2.4)
 - ・参照帯域幅
 - ・変調損失
 - ・雑音帯域

有効等方性放射電力 (EIRP) は、通信機の送信電力 (Ptx)、ケーブル損失 (L)、アンテナ利得 (G) を用いて、以下の式で表される。

$$EIRP[dBm] = Ptx[dBm] - L[dB] + G[dBi]$$

この式から分かるように、EIRPは送信側の能力を総合的に評価した値であり、仮想的な等方性アンテナ (0[dBi]) にロスがないケーブルで送信機を接続した場合のEIRP[dBm]の出力を持つ送信機と同等の放射を意味する。EIRPに使用するアンテナ利得は基本的にアンテナの最大

周波数申請 ○

175 九工大のアンテナパターン図が欲しい。

436CP42UGのアンテナパターンについて、1スタックおよび2スタックの両方のケースに関する情報は、添付ファイルに載せている。各スタック構成におけるアンテナパターンを確認するためには、添付ファイルをご参照いただきたい。

地上局 ○

<p>176</p>	<p>• バッテリスクリーニング試験について JEM 4.2.2.2 (4) 項でJSC-20793文書に則ることが要求されているが、JSC-20793文書に記載されている試験を全て手順通りに実施する必要があるか。また、九工大のEM試験ではどのように実施したかについても教えていただきたい。</p> <p>• 磁気力について 衛星に搭載する予定の永久磁石、磁気センサについて、9月の合宿時に磁気力は解析によって証明するとのことだったが、磁力測定は不要という理解で間違いないか。</p>	<p>• バッテリスクリーニングに関して 安全審査の対象は基本的にFM品である。FMの健全性を示すために、EMの試験結果が必要な場合のみEMの結果が要求される。バッテリースクリーニングでは、多くのバッテリーセルを試験するが、提出する結果はFMに使用するセルの結果のみで問題ない。</p> <p>スクリーニングの試験はJSC-20793がベースであり、真空晒しと振動試験が要求される。試験の前後で、外観目視、臭気確認、質量計測、セル解放電圧計測、充放電プロファイル・放電温度プロファイル・放電容量計測を行う。OCVと質量の変化が0.1%以下、容量の変化が5%以下であることが求められる。</p> <p>スクリーニングしたセルから、FM、バックアップ、EM、テーブルサットなどを選べば良いが、EMはスクリーニングをしたものでなければならぬ。</p>	<p>安全審査</p>
------------	--	--	-------------

[振動試験]

・振動試験

・振動試験後に筐体に対してトルクマークチェック、ガラスに対して破壊検査を行うが、FM試験の場合は機体を分解できない。その場合、九州工業大学ではどのように検査しているのか教えていただきたい。

[バッテリースクリーニング]

・バッテリースクリーニング手順において、JSC-20793 Rev D 4.2.3 項とこのメールに添付した24_Battery Verification Reportの文書 p24(5) Test method

BIRDS5では、主構造の締結ボルトについてはトルクマークが確認できるように外面パネルに穴加工などが施されている。他の衛星では、ボルト頭が外面パネル内面に接触している前提で、「ボルトが緩むと外面パネルを押しやすいため、パネルに変形が生じる、または隙間が広がる。振動試験後に外面パネルと構造の隙間を確認し、パネルに変形が生じていないことを確認する」といった検証が行われている。別の衛星では、「主構造を締結するボルトのトルクマークを確認するために、外面パネルを振動試験後に外す。トルクマークを確認後、組み立て手順書通りに外面パネルを再組み立てする。組み立て手順書に基づいて再組み立てを行っているため、振動試験前のコンディションに戻っている」といった検証が行われている。

・バッテリースクリーニング

177

安全審査

太陽電池基板に使用するバイパスダイオードについて探しており、最短でも来年の2月入荷となっている。現在、候補としている部品は以下の通りである：

MBR120VLSFT1 -
Schottky Power
Rectifier, Surface

178 Mount, 1.0 A, 20 V, 問題ない。 EPS
SOD-123 Package
(onsemi.com)

代替品として検討している部品は以下である：

MBR1020LL.p65
(panjit.com.tw)

この代替品の温度範囲は-55°Cであり、通常品は-65°Cである。また、

実験計画書の占有周波数帯幅についてであるが、BIM1Hの実測値をまだ測定できていな

179 い。また、スペクトラムアナライザが故障しているため、九州工業大学の測定結果をいただくことは可能であろうか。
参照：179_BIRDS-4 ダウンリンク測定データ.pdf

COM ○

資料の6ページ目では、2021年6月1日のベータ角は0度と示されている。しかし、STKはTSURU TLEデータに基づいて、私の資料とは異なるベータ角を示している。この違いを確認できるか。

180

参照：180_Power-Budget-Analysis-for-1U-satellite_Final.pdf

EPS

○

資料の6ページ目と7ページ目に示されている発電量は、同じ条件（ベータ角0度、日照時間3,230秒）である。しかし、発電量はそれぞれ1,790と2,507となっている。この違いを確認できるか。

他のBIRDS5バスを使用している衛星で、制御が不足していることが判明し、九工大を含めて調整を行っている。設計の変更が必要になるかもしれない。太陽電池側のFETを過放電のコントロールとして使用していたが、FETの寄生ダイオードを介して電流が流れるため、FETが回路を遮断しないことがわかった。なお、他の衛星ではダイオードを追加することが検討されている。

181

Dep.SW4がクローズするだけで、トランジスタのエミッタとベース間の抵抗を介して電流が流れ出ることがわ

BIRDSでは太陽電池セル側の過放電ハザードに対するインヒビットとして、以下の3つをカウントして構成している。

Inhibit#1: バッテリーリターン側のFETスイッチ (SepSW2)

Inhibit#2: 太陽電池入力側のFETスイッチ (SepSW1)

Inhibit#3: ブロッキングダイオード (FAB上に実装されているもの)

このインヒビット構成に関して、上図の電流の向きにおいて、Pch MOSFET (Inhibit#2) の寄生ダイオードを介して、DrainからSourceに電流が流れるため、Inhibit#2がインヒビットとして機能しない可能性があるという議論がある。

安全審査

○

また、GND側のDep SW2がクローズすると、トランジスタの内部抵抗を介して赤いラインに電流が流れる（下図）。これにより、この赤いラインで過放電が発生するため、適切な制御が必要となる。

182 GND側のDep SW2をClosedすると、トランジスタの内部抵抗を介して赤いラインに電流が流れる（下図）。これに関して、結論として「漏れ電流が十分に小さいこと」が確認されているという認識で良いか。

そのような方針で進めている。

参照：182_DepSW_電流.png

安全審査 ○

183 QTではペルチェチャンバのDsub25ピンを使用する方向で検討している。チャンバ外側はDsub25オスであることが確認できたが、チャンバ内側のDsub25はメスであるか、オスであるかを確認したい。

チャンバ内の接続はメスであり、外側はオスである

環境試験

ペルチェチャンバ内のDsub25の極性について確認をお願いしたい。チャンバ外側がオスであることは承知している。内側がメスかオスかをご確認願いたい。

184 九工大外の振動試験機を使用予定である。スペックに問題がないか確認ひて欲しい。

JAXAの要求文書と照らし合わせる。

環境試験

185 バッテリースクリーニング試験で使用している黒色の紙のようなものの素材は何か。

参照：185_Battery Screening .jpg

EPS ○

186	<p>Phase 3のBVRの作成を行っており、Final Checkout after Assembling CubeSatの項で、衛星を組み立てた状態での充放電特性の計測方法とその結果の記載を行う必要がある。九州工業大学様では、どのように充放電特性を計測しているか。</p>	<p>FM組み立て後は、充放電特性の計測は行っていない。OCV計測のみである。</p>	安全審査
187	<p>現在、JAXAとMIUL評価の調整を行っており、アンテナエレメントとリード線（Cu線にSn溶融めっきを施したものの）の異種金属の組み合わせについて申告したところ、錫が制限材料であるため、Cu線を使用することとした。しかし、アンテナエレメントの材料であるSK85が腐食しやすいものであり、異種金属の組み合わせがさらに腐食しやすくなることを指摘された。</p> <p>Birdsと同様に、SK85の焼入れ鋼帯を使用しているが、FCEにて焼き入れを使用していないものとしている。</p>	<p>また、安全審査に関して事業者と契約されていると思うので、まずそちらと対策に関して話し合うべきだと思う。</p>	安全審査
188	<p>梱包手順書 Delivery Procedure について、BIRDS-5の資料を共有してほしい</p>	<p>BIRDS-5 梱包手順書を参照。</p>	安全審査

189 1号機衛星YOMOGIにカ
ザフスタンとタイから
衛星網に干渉を与える
との申し出があった。 -
その際の返信内容や対
処方針について教えて
ほしい

周波数申請