

1. ミッションの目標と意義

上空の缶サットから校歌を演奏し、地上に届く音圧を測定する。上空からの放送がどれぐらい有効であるか調べ、地域防災として活用できるか模索する資料を得る。

エンジンの逆噴射から缶サットを放出し、パラシュートが開く様子を撮影する。缶サットを確実に放出する資料を得る。

2. ミッション一覧と内容

- (1) 缶サットを確実に動作させるために、プリエンベティブ型のリアルタイムOS (以下、RTOS) を搭載したシステムとする。実際の人工衛星にはRTOSが利用されていることが多く、本校の缶サットも本物に近いシステム運用でおこなう。マイコンはPIC32MX340F128Hの32bitマイコンを使用し、RTOSはFreeRTOSを利用する。RTOSのメモリ管理や各タスクの優先順位は、PICマイコンの総合開発環境 (MPLAB) で設定し、最適な処理が実行できるように調整する。タスクは以下の内容で並列分散処理をさせる。

Task1.c・・・秒数のカウント処理	} 並列分散処理
各タスクの動作確認を無線で送信	
Task2.c・・・LEDの点滅処理 (コマンドの受付状態を確認)	
Task3.c・・・校歌 (MP3データ) の出力処理	
Task4.c・・・赤外線カメラの操作処理	

- (2) 缶サットの各タスク処理状態を管理するために、パソコンと無線通信をおこなう。各タスクの動作状況は、地上局のパソコンに1秒間隔で送信し、システム動作をリアルタイムで確認する。缶サットと地上局のパソコンは、TWE-LiteのZigBeeモジュールを使用した。
- (3) コマンドを送信し、缶サットの処理内容を遠隔制御で変更する。缶サットに届くコマンドはマイコンのハードウェア割り込みで処理させ、RTOSの各タスクより優先順位を上げておくことで、コマンドの受信後は即座に実行させる。表2-1は、各コマンドと処理内容の一覧である。

表2-1 各コマンドと処理内容の一覧

コマンド	処理内容	コマンド	処理内容
a	秒数のインクリメント	d	校歌の演奏開始
z	秒数のデクリメント	c	校歌の演奏停止
s	LEDの点滅処理開始	f	赤外線カメラの電源onと録画開始
x	LEDの点滅処理停止	v	赤外線カメラの録画停止と電源off

- (4) エンジンの逆噴射からパラシュートが開く様子を撮影する。遠隔制御によって赤外線カメラを起動させ、撮影を開始する。記録データに関しては、缶サットに搭載したSDカードに保存する。また、カメラの撮影開始は、バッテリーの容量を考え発射約1分前とする。
- (5) 上空から校歌を演奏し、地上での音圧の広がり方を確認する。音圧は狭指向性のガンマイクを利用し、計測地点から缶サットまでの水平距離と角度をレーザー距離計で測定する。校歌 (MP3データ) はBTL回路で構成したアンプ回路 (10W) を用い、缶サットに搭載したスピーカー (8W) から出力する。演奏を開始するタイミングは、バッテリーの容量を考え発射約30秒前とする。
- (6) ロケットの製作は、エンジンの逆噴射を撮影するために内部を工夫して製作する。

3. 缶サットの構造

図3-1は、缶サットの構造である。缶サット本体（266g,121mm,φ67.1mm）の外装は、PET材を熱成型によって製作した。PET材を利用することで内部を可視化にでき、配線の抜けや回路の動作確認が明確になる。更に、外装をアルミではなくPET材を利用することで、無線通信が最適になると考えた。また、缶サット側面のPET材には縦に筋を入れることで強度を上げ、落下時の衝撃に耐えられる工夫をしている。各回路は4層構造にして、全ての基板を自作によって製作した。バッテリーはリチウムイオンポリマー電池（3.7V,850mAh）1個を使用し、負荷試験により3時間以上の運用を確認している。

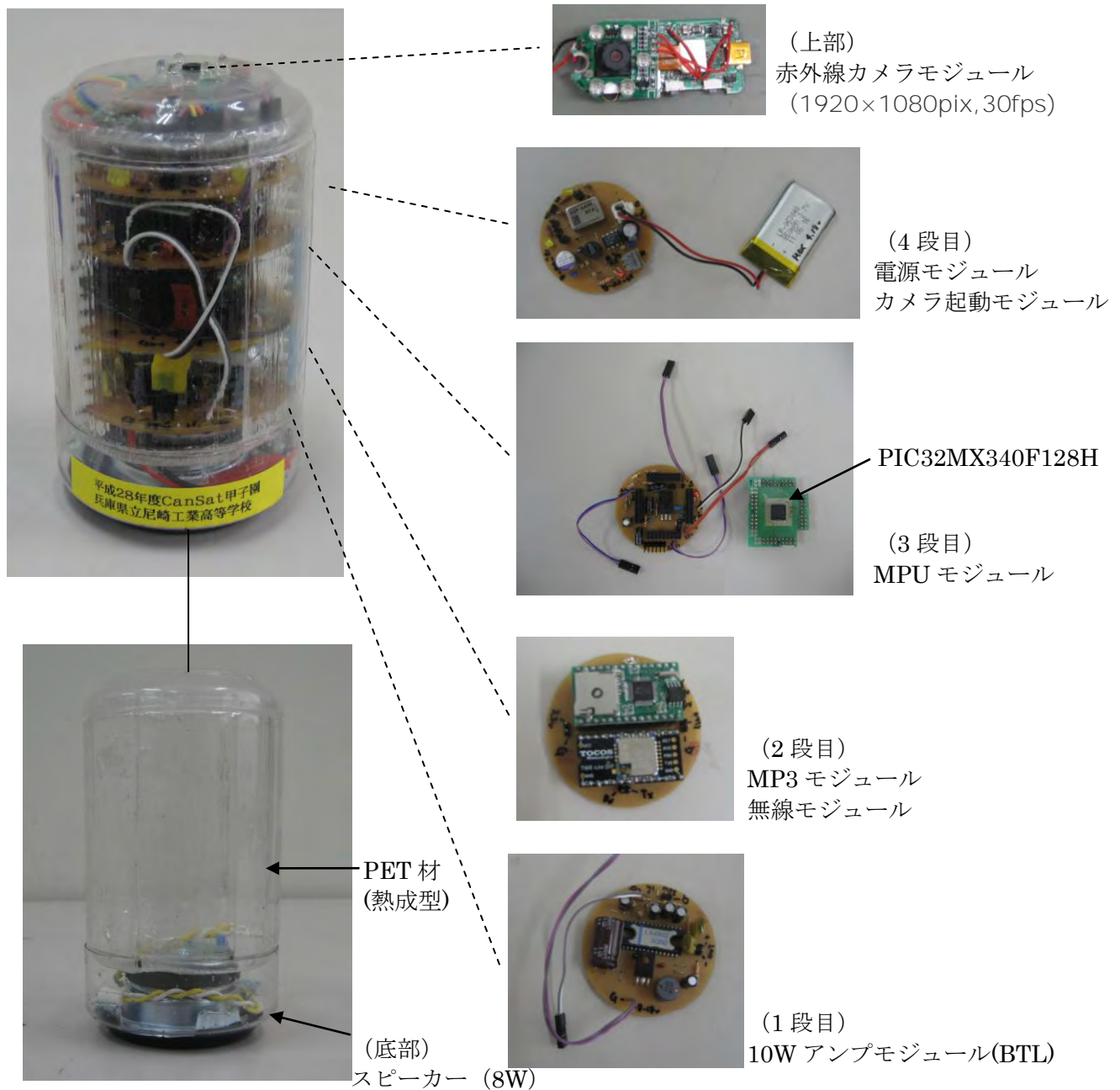


図 3-1 缶サットの構造

4. 期待される成果

- (1) 上空で校歌を演奏し音圧の広がり具合を確認し、地域防災として利用できるかを検討する資料とする。
- (2) エンジンの逆噴射からパラシュートが開くまでの様子を撮影することで、缶サットを安定して放出させる資料を得る。
- (3) RTOS を学習し並列分散処理の方法や優先順位の処理内容を理解する。そして、高性能なハードウェア (MPU) を有効に利用する経験を得る。
- (4) 無線を利用した遠隔制御の利点を深め、データ通信の安定化に必要な資料を得る。

5. その他

(1) アンプ回路の性能

製作したアンプ回路の周波数特性 (図 5-1) と歪特性 (図 5-2) を計測した。周波数特性は全ての帯域でフラットの特性になっていた。また、BTL 回路であることから利得が約 30dB (31.6 倍) であった。歪特性は 400Hz で測定し、400mV まで 3% を下回っていた。そのため、400mV までの入力レベルで利用する必要があると分かった。更に、スピーカーから出力される音圧を測定すると 102dB であった。(参考: 100dB の音圧は電車が通るガード下レベル)

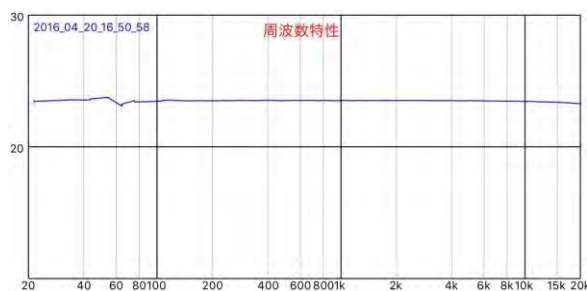


図 5-1 周波数特性 (横軸 Hz、縦軸 dB)

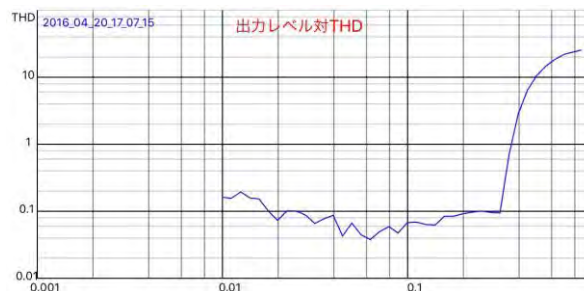


図 5-2 歪特性 (横軸 V、縦軸%)

(2) 缶サットの発熱状態

図 5-3 は、缶サットの発熱状態である。缶サットの縦に温度上昇の筋が見られるが、PET 材に対する光の反射が影響していると思われる。そのため、缶サット内で一番高温になっている箇所を Sp1 (28.8°C) として測定し、PET 材の外淵を Sp2 (26.9°C) として測定した。Sp1 と Sp2 の温度差は 1.9°C であることから、基板の温度上昇が最高でも 1.9°C であると分かった。この基板の発熱状態により、無駄な電力消費はほとんど無いと判断できる。実際の運用テストでも電池 (3.7V, 850mAh) 1 個で 3 時間以上の連続動作が可能であったため、回路設計に問題が無かったと考える。

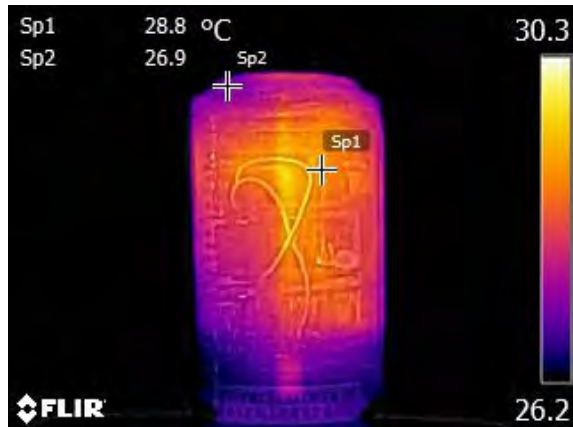


図 5-3 缶サットの発熱状態



図 5-4 缶サットの外観