

学生&新人エンジニアのための

トランスタ技術 ジュニア版  
4・7・10・1月10日発行

# トラ技 Jr.

トラギ  
ジュニア

学生&新人エンジニア  
定期購読無料!

2019

冬

特集 超音速マッハ4! 3メートル油圧モンスターをコックピット操縦!  
宇宙ロケット&巨大ロボットの製作

最新デバイス 積み木風デジタル回路学習Cube-D 研究お役立ち 漏れ電波チェッカ「RF聴診器」の製作  
今どき技術 電波をビジュアル化! SDR初体験 電波実験室 周波数の違いで通信距離って変わるの?

通巻36号

高品質部品の調達なら  
Digi-Keyにお任せ!



トラ技ジュニアは、親雑誌「トランジスタ技術」の強みである実用性を重視した小冊子です。第一線のプロが現場の生きた技術をかみくだいて解説します。技術者の卵である学生と新人エンジニアを応援します。学生と新人エンジニア(25歳以下)の皆さんには、本誌を無料で配布します。トラ技ジュニアのホームページ(<http://toragi.cqpub.co.jp/Portals/0/support/junior/>)から必要事項をご記入の上、お申し込みください。

## CONTENTS

### 特集記事

6 無線ドップラーが発生する超音速マッハ4！  
3メートル油圧モンスターをコックピット操縦！

トランジスタ技術  
2019年1月号  
運動企画

## 宇宙ロケット&巨大ロボットの製作

第1  
特集

マッハ4で高速移動する機体を安全に大気圏外へ誘導する  
宇宙ロケットMOMOの無線交信システム

森 琢磨, 森岡 澄夫, 稲川 貴大

第2  
特集

アーム長/関節用サーボモータ/配線抵抗…すべて規格外だからおもしろい  
情熱一直線! 巨大ロボット製作への誘い

吉崎 航



19 最新デバイス

センサもLEDもモータも…積み木のようにブロックを組み合わせるだけで機能をサッと試せる!  
デジタル回路作り体験キット「Cube-D」

池上 恵理

25 今どき技術

1,300円のdongleをパソコンに挿し込んでFMラジオの電波の受信状況をモニター  
電波をビジュアル化! 流行の技術「SDR」初体験

木幡 栄一

29 実験/研究のお供

ラジコンに使われる27M~40MHz もWi-Fi/Bluetooth の2.4GHz も広帯域レシーブ!  
LEDでお知らせ! 漏れ電波チェッカ「RF聴診器」の製作

下間 憲行

33 電波実験室

免許なしで140MHz/500mWを出力できる新規格「デジタル小電力コミュニティ無線」の実力チェック!  
周波数の違いで通信距離って変わるの?

小野 広樹

36 世界のWebサイト

あの電子ペーパー「Pebble」やウィンクで反応する「BlinCam」も輩出  
ワールド・ガジェット開発! クラウド・ファンディング

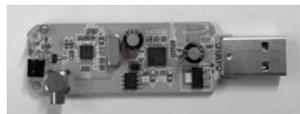
佐藤 俊弥

40 就職の扉

産学官の連携が盛んな石川県でエレクトロニクスのシステムを開発  
「システム・インテグレータ」というお仕事

松浦 隆弘

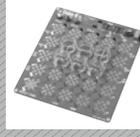
39 送付先の学校一覧



24 GET! 読者プレゼント

デジタル回路作り体験キット「Cube-D基本セット」  
デジタル回路作り体験キット「KIT-8D」  
FM/AMラジオ受信機キット

見本



さらに進化した、テクトロニクスの  
4万円台オシロスコープ

TBS1000/B シリーズ



3月までお得な  
キャンペーン実施中!

テクトロニクスが開発から製造まで一貫して手掛ける「本物」のオシロスコープが  
46,800円(税抜)から!

50MHz 2chから200MHz 4chまで、  
充実のラインナップ

Tektronix

テクトロニクスお客様コールセンター TEL: 0120-441-046  
電話受付 9:00-12:00 13:00-18:00 (土・日・祝・弊社休業日を除く)

TBS1000B

検索



# 宇宙ロケット&巨大ロボットの製作

### 第1特集

## 宇宙ロケット MOMO の無線交信システム

～マッハ4で高速移動する機体を安全に大気圏外へ誘導する～

夢は諦めない…  
3号機の  
打ち上げ準備中！

森 琢磨 / 森岡 澄夫 / 稲川 貴大

私たちは、超小型衛星を宇宙空間まで送り届けるロケットを開発しています。開発の第1歩として、技術の獲得と実績作りを目指してきました。そして誕生したのが写真1に示す「観測ロケット MOMO(以下、MOMO)」です。図1にMOMOの電子機器搭載部の構成ブロックを示します。

1号機と2号機は開発を終え、それぞれ2017年7月30日と2018年の6月30日に打ち上げ実験を行いました。結果はみなさんのご存じのとおり失敗でした(写真2)。

現在、原因の究明は完了し、3号機の打ち上げに向けて準備を進めています。  
(稲川 貴大)

\*

本稿では、安全にロケットを宇宙へ届けるためにMOMOに採用した、無線交信システムのしくみを紹介します。

### 安全確保を第一に検討される宇宙ロケット MOMO の無線交信システム

- MOMOの無線システムは「安全確保」を最優先に設計されている…「宇宙に行くこと」よりも大事  
無線システムがなくては、ロケットを飛ばすことができません。われわれが開発した宇宙ロケットMOMOが無線システムを採用する第一の目的は「安



写真2 MOMO2号機打ち上げ失敗  
(2018年6月30日早朝) 衝撃映像として話題になった



写真1 MOMO2号機打ち上げ

見本

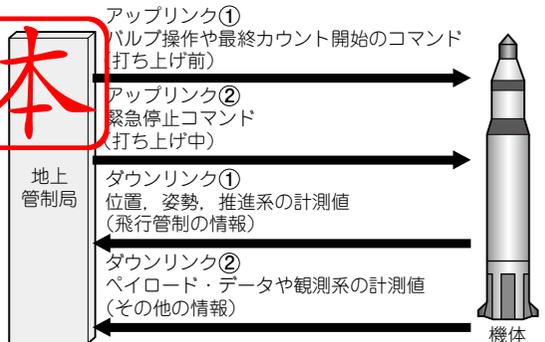


図2 無線は飛行を安全に実施するうえで欠かせない。地上からコマンドを送り、機体からは計測情報を送る。ただし地上から無線で操縦をしているわけではない

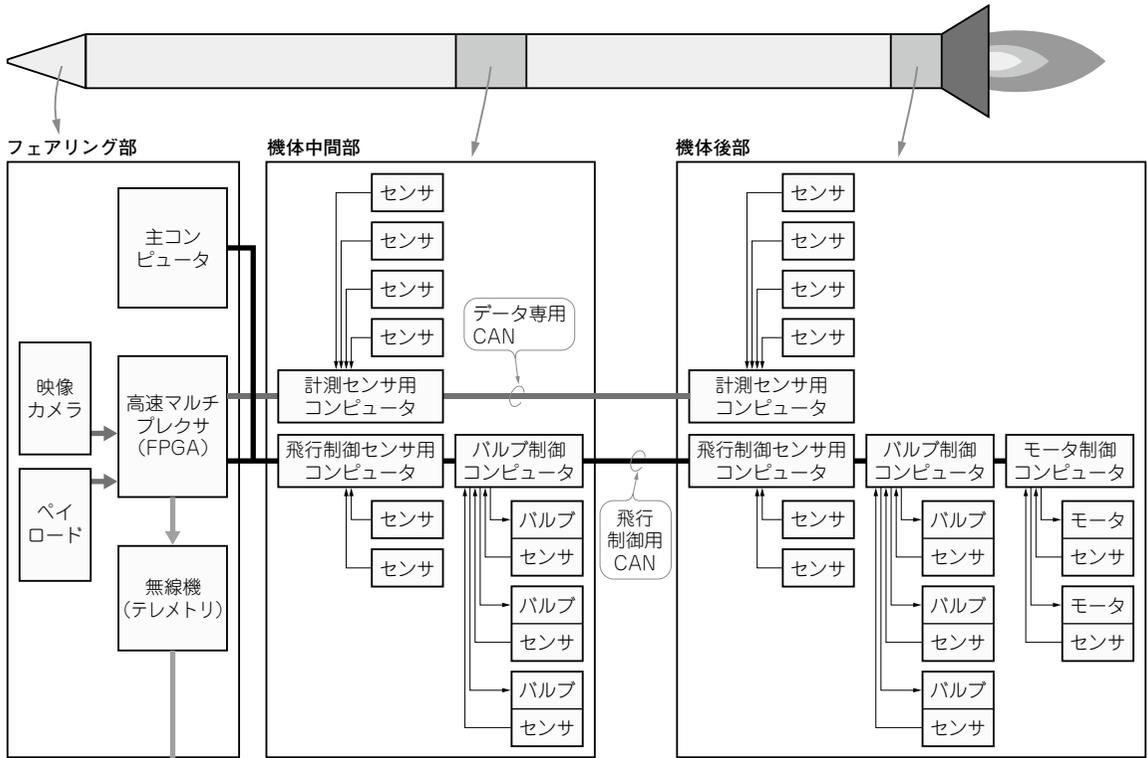


図1 MOMOの電子機器搭載部のイメージ  
飛行制御用と測定データ用の2系統のCANバスが機体内を走っている。ローカル・マイコンは複数のI/Oデバイスを受け持ち、バス・ブリッジの役割を果たす

全確保」です(図2)。

ロケットを飛ばすにあたっては、ミッション成功(宇宙に行くこと)よりも、制限区域外に危害を及ぼす事故を絶対に起こさないことや、危険の可能性を周囲が感じなくて済むようにすることのほうが優先されます。MOMO 1号機やMOMO 2号機のように制限区域内に落下するのは許容されます。

ペイロードや画像、その他観測データを地上管制局へ送ったりすることも無線システムの仕事ですが、それは安全よりは一段下の要求です。

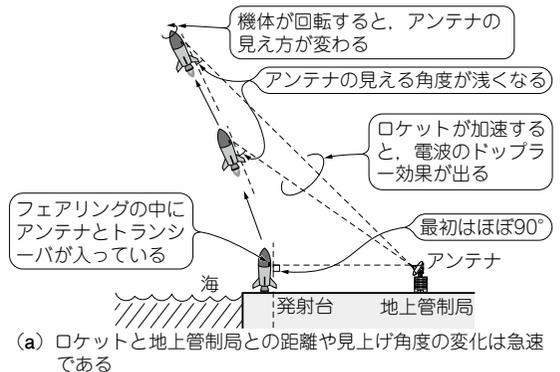
● 安全対策①…ロケットの機体側だけでなく地上管制局を合わせて全体の無線システムを検討する

ロケットの無線システムは、本体側の装置だけを指すものではなく、地上管制局側の装置を含めて一つのシステムとして考える必要があります。

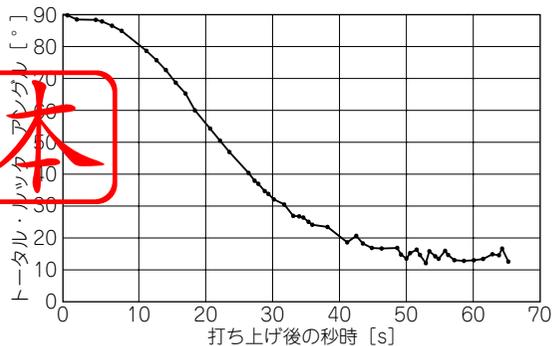
地上(ほぼ海岸沿い)から見ると、ロケットは急激に高度を上げながら海へ出ていくので、図3や図4に示すように、地上管制局からロケットの見える方向が急速に変わります。

方向の変化だけではなく、地上管制局からロケットのアンテナを見上げる角度(トータル・ルック・アングル)や、アンテナが見える角度(ロール・ルック・アングル)も変わります。

ロケットと地上管制局との通信距離は100kmを超



(a) ロケットと地上管制局との距離や見上げ角度の変化は急速である



(b) 地上管制局から見えるMOMOの高さ方向の角度変化

図3 無線系に対する要求事項の一種。ロケットの飛行につれて地上との相対角度が急速に変わるので、それに対応できなければならない。ドップラー・シフトやノイズなど精密な状況を事前調査しにくい事項もある