

【関連セミナー案内】宇宙ロケットMOMO制御用エレクトロニクス機器の設計・開発体験 /  
 【講師による実験実演付き】 <https://seminar.cqpub.co.jp/>  
 【講師】 森岡 澄夫 氏, 5/18(金), 18,000円(税込み)/学生料金14,000円(税込み)

連載

大樹町発  
MOMO  
プロマネ  
通信も



# 機体設計から部品製作実装まで 宇宙ロケットMOMO 開発深掘り体験

## 第4回 フライト・シミュレータ OpenTsiolkovskyで軌道計算

稲川 貴大 Takahiro Inagawa

今回は、実際のロケット開発の中で、パソコン上で  
 行うフライト・シミュレーションがどのような役割を  
 果たすかを解説します。

### 失敗は許されない

● どこまでどのように飛ぶのかを調べつくし、エン  
 ジンや機体への要求を詳細な数値で求める

前回までの姿勢制御シミュレーションと、今回解説  
 するフライト・シミュレーションは、ロケットの機体  
 モデルを使った物理シミュレーションという点で似て  
 いますが、役割は大きく異なっています。

フライト・シミュレーションで得られる主なデータ  
 を図1に示します。

ロケットは宇宙への輸送手段であり、閨雲に打上げ  
 ているわけではありません。

運ぶ荷物がどこにどのように飛んでいくかを事前に  
 知っておく必要があります。ロケットの能力検証とい  
 う観点です。MOMOでは「荷物を宇宙空間(高度  
 100km以上)に弾道飛行で運ぶこと」という目標(ミ

ッション)を決めています。

エンジンや機体を設計する前に、フライト・シミュ  
 レーションにより、エンジンや機体への能力の要求を  
 定めます。大まかな概算はツォルコフスキーの式など  
 から手計算で出せますが、シミュレーションを使うこ  
 とで、より詳細な値がわかります。

▶開発中も実際に作れたエンジンや機体のデータでシ  
 ミュレーションして設計目標値を変更していく

実際には、開発できたエンジンが目標値を下回る性  
 能だったり、作った機体が予定より重くなったりしま  
 す。その都度、フライト・シミュレーションをして、  
 ミッション達成のためには何をどのくらいの数値まで  
 改善すべきか方針を決めます。

ロケット開発では、エンジンの重要性が目立ちます。  
 しかし、ミッション決めやフライト・シミュレーショ  
 ンも、エンジン開発や電子機器開発と同等か、それ  
 以上に欠かすことのできない大切な作業です。

● 打ち上げの了解を得るために安全性を事前検証する  
 もう一つ重要な観点は、安全性の事前検証です。

安全性が事前にわからないまま打上げることあり  
 えません。周辺住民など関係者と調整するときは、シ  
 ミュレーション結果を元にした書類を使っています。  
 この書類には、ロケットがどこに落下する可能性がある  
 のかを記述しています。

▶ロケットの軌道にはさまざまな誤差要因がある  
 事前の燃焼試験などでエンジン性能をチェックしま  
 すが、計測誤差や、エンジン圧力などのセッティング  
 の違いによって、推力や比推力(燃費のような指標)、  
 試験のたびに数%のぶれ幅があります。

地上や上空の風は予測・計測をしています。実際  
 にはずれがあります。さらに、上空の空気密度も大域  
 的な気象条件によって数%変わり、ロケットの打ち上  
 げ能力へ影響します。

ロケットの機体を受ける空気力は、コンピュータ  
 での解析(CFD解析)や模型での風洞試験と完全に一  
 致するものではありません。

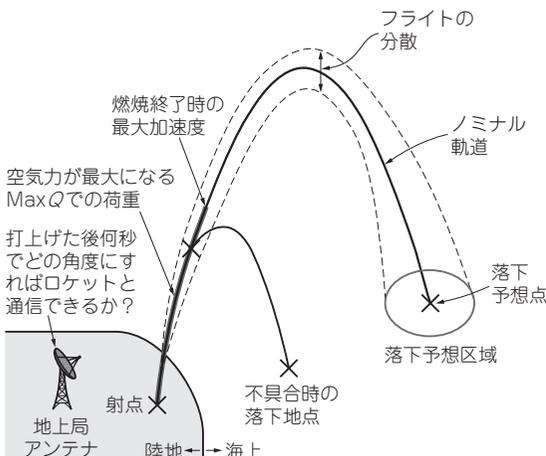


図1 フライト・シミュレーションを使って打ち上げ軌道やロケ  
 ットの仕様に関わる値を求める

【セミナー案内】【講師実演】 実習・ARM Cortex-Mを使ったRTOSを用いない組み込み開  
 発の勘所——市販のボードや部品を組み合わせるIoTデバイスのソフトウェア開発を行う  
 【講師】 竹内 良輔 氏, 5/17(金) 19,000円(税込み) <https://seminar.cqpub.co.jp/>