

スーパーコンピュータによるロケット開発最前線

情報・計算工学 (JEDI) センター

◆ JEDI(ジェダイ)は何をしているの？

情報・計算工学センター(JAXA's Engineering Digital Innovation center, 略してJEDI)はシミュレーション技術を使ってロケットや人工衛星などの宇宙機の研究と開発を行うところです。

シミュレーション技術はロケットの音やエンジン内の流れなどをコンピュータの中で再現する技術です。この技術を使うと、再現したものを観察して今まで分からなかった事が分かったり、限界はありますが、未来に起こる事を予測することが出来ます。

JEDIにはこの技術の専門家が集まっています、すぐ高性能なコンピュータ、スーパーコンピュータを使って宇宙開発の新しい可能性に挑戦しています。

◆ なぜシミュレーションなの？

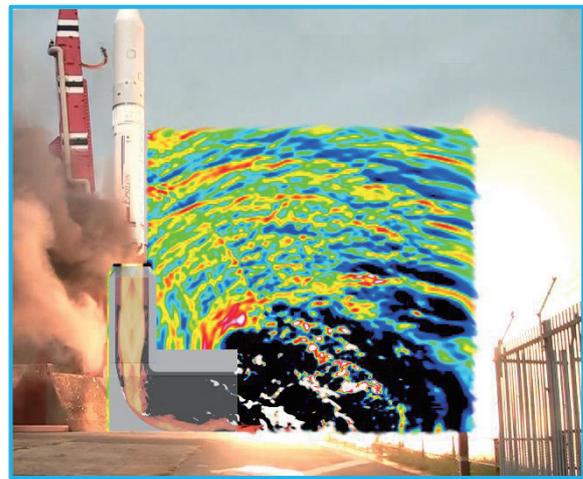
人工衛星やロケットの開発をする時、本物の人工衛星を宇宙に運んで試験を行ったり、ロケットを試しに何度も打ち上げるといったことは、そう簡単にはできません。そのため、車や飛行機などと比べて宇宙機の開発は、とても難しく時間のかかることでした。しかし、スーパーコンピュータの性能が著しく上がり、数値シミュレーションの技術が高度になってきたため、宇宙を飛ぶ人工衛星をスーパーコンピュータを使ってシミュレーションしたり、ロケットの打ち上げを模擬したりすることができるようになってきました。実際にものを作らずにコンピュータの中で試験ができるシミュレーション技術に多くの期待が向けられています。

◆ スーパーコンピュータってなに？

みなさんの中には家でパソコンを使って文章を書いたり、インターネットで調べ物をしている人も多いでしょう。スーパーコンピュータもパソコンと同じコンピュータの仲間ですが、スーパーコンピュータは学校の体育館ほどの建物に設置されるぐらい大きなコンピュータです。そして何よりもパソコンと比べると非常に計算が速いことが特徴です。例えば、パソコンで7年ほどかかってしまう計算を1日で終わらせてしまいます！また、パソコンの計算速度を人が歩く速さに例えると、スーパーコンピュータの速さは宇宙に飛び立つロケットと同じくらいになります。スーパーコンピュータがどれだけ「スーパー」なのかおわかりいただけるでしょうか。

相模原キャンパスではこのスーパーコンピュータを使ってこれから紹介する4つのテーマに取り組んでいます。これらはすべてJAXAにとって必要で、かつ新しい技術やアイデアが必要とされる難しいテーマです。

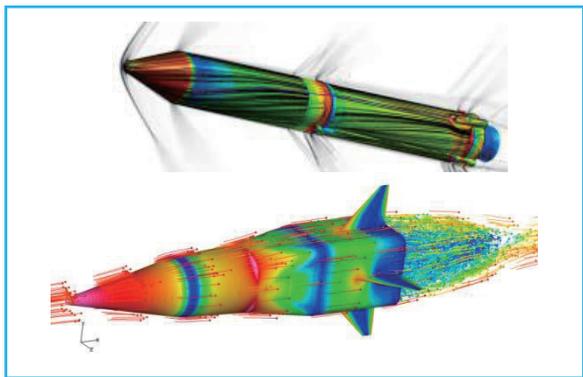
◆ ロケット打ち上げのすさまじい音から人工衛星を守る！



▲イプシロンロケット打ち上げ時の音の伝わり方のシミュレーション

ロケットの打ち上げをテレビで見ていると、たくさんのジェットをエンジンから吹き出しながら、“ゴー”というすさまじい音とともに大空へと高く高く登っていきます。この“ゴー”というすさまじい音はどのぐらい大きいかというと、家にある音楽を聞くためのコンポを、なんと2500万個も並べたぐらい大きなエネルギーを持っています！テレビで見ているととてもカッコイイですが、ロケットに乗っている人工衛星にとってはあまりにも音が大きすぎ、壊れてしまうほどの危険な音です。そのため、ロケットを開発する時はこの音がどれほど大きいかということをおぼろげに予測したり、この音を小さくするための方法を考えることが大切です。

これまでは、40年ほど前にNASAで作られた方法を使って音の大きさを予測してきました。当時はロケットの音の発生するのかがまだ分かっておらず、精度よく音の大きさを予測することは難しいことでした。40年後の現在、私たちは最新のスーパーコンピュータと高度な数値シミュレーションを使って打ち上がるロケットからどのように音が出てくるのか、その大きさはどのぐらいかという問題に挑戦しています。さらに、音を小さくする方法に取り組んでいます。こういった技術はH-IIBロケット・イプシロンロケットの開発に使われてきました。現在は新型基幹ロケットの開発に向けて適用されています。



▲イプシロンロケット(上)と再使用観測ロケット(下)の飛行シミュレーション

◆ 新しいシミュレーションで新しいロケットを作る

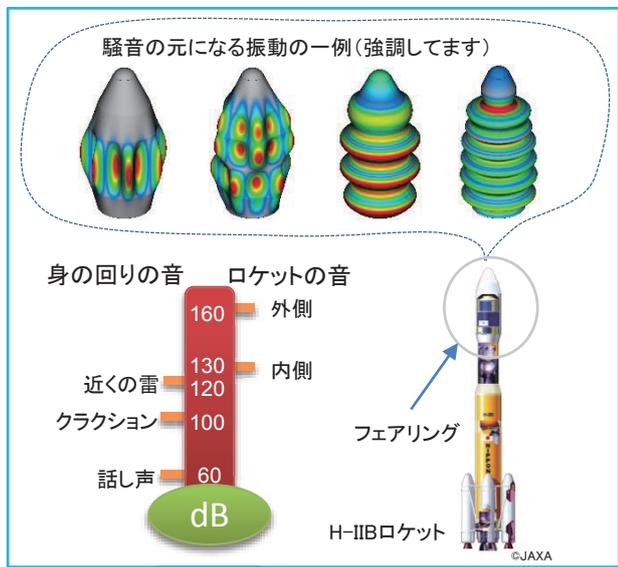
JAXAでは、近い将来に打ち上げる予定の新しいロケットを作る準備をしています。ロケットを作るために、実験をしたり、スーパーコンピュータを使ったシミュレーションをしたりしています。でもシミュレーションは、ふつうの人にはとてもむずかしく、また、とても時間がかかるものです。そこでわれわれJEDIでは、シミュレーションをもっとたくさんの人に使ってもらえるよう、新しいシミュレーションの方法を考えています。新しいシミュレーションを使って、新しいロケットをかたんに、早く、そして正しく作るお手伝いをしています。

◆ 騒音を防ぐ軽くて強いフェアリングを作る

ロケットの先端部分をフェアリングと呼びます。フェアリングには、中に載せている人工衛星を外側の騒音から守るという重要な役割があります。

ロケットの外側の騒音は、時として160dB(デシベル)以上になりフェアリングを大きく振動させます。この振動が原因でロケットの内側では、近くで聞く雷よりも大きな音がしています。

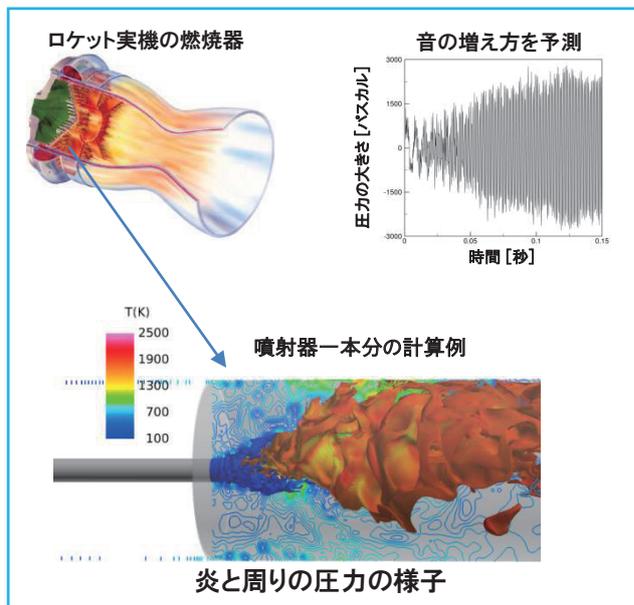
JAXAでは、現在次の新しいロケットに向けて、軽くて強く音が静かなフェアリングのコンピュータシミュレーションを行っています。静かなロケットがあれば、今よりもっと精密で高性能な人工衛星を打ち上げることが出来ます。



▲音と振動の計算

◆ エンジン内で炎をうまく燃やせ！！ ～炎と音のふしぎな関係～

ロケットを打ち上げる時に、ノズルから吹き出る炎は、エンジンの中のたくさんの小さな炎(理科の実験で使うガスバーナと似ています)が集まってできています。普通は安定して静かに燃えています。何かのきっかけで、エンジン内の炎がフラフラと揺れてしまうことが



▲炎と音の振動のシミュレーション

あります。そのまま静かな安定した燃え方に戻ることがありますが、炎がどんどん揺れていき、最後には炎が直接エンジン内の壁に触れて、金属の壁が溶けてしまうこともあります。こうなると最悪エンジンは爆発し、ロケットの打ち上げは失敗してしまいます。

どうしてこのようなことが起きるのでしょうか？炎が揺れながら燃えると大きな音が出ます。この音がエンジンの壁で反射し、条件が揃うと更に大きく炎を揺らしてしまうようなのです。でも、はっきりとした理由を知っている人は世界中でまだ誰もいません。JAXAのスーパーコンピュータはとてもはやくたくさんの計算をすることができるので、炎の燃え方や音が発生する様子を計算して調べることができます。

ロケットのエンジンを作る前にコンピュータを使って、エンジンの中の炎全てがどう燃えるかを知ることができれば、その後のテストや改良をする時間や費用を大幅に減らすことができます。この様になることをわたしたちは目標にしています。



◆関係者から一言

JEDIセンター長の嶋です。スーパーコンピュータは10年で1000倍のペースで速くなり、それをういて物理現象を忠実に再現する数値シミュレーションも急速に発達しています。飛行機や自動車、さまざまな電気製品や携帯など、今や「ものづくり」には、この技術が設計や開発に欠かすことのできない道具となっています。信頼性が大切で保守的になりがちな宇宙開発では、その導入が遅れていましたが今や活用時代に入ってきています。世界トップクラスのスーパーコンピュータと(スターウォーズのジェダイ騎士団のように!)研究者団体の「フォース」を駆使することで日本の宇宙開発をさらに信頼されるものに変えていく仕事をしています。

◆もっと詳しく知りたい人のために

<http://stage.tksc.jaxa.jp/jedi/>

(5-4)スーパーコンピュータによるロケット開発最前線