



◇ 今回は、卒業生の水川将暢さん（東大大学院航空宇宙工学専攻）の報告です。

プラズマロケットと大学院生活

東京大学工学系研究科航空宇宙工学専攻修士 2 年

水川 将暢

私は現在、東京大学工学系研究科修士課程 2 年で航空宇宙工学を専攻しています。大学院の研究室ではプラズマロケットの研究をしています。この寄稿では、関高校の皆さんに私が現在研究しているプラズマロケットの紹介と大学院での研究生活を紹介したいと思います。

プラズマロケットとは何か

皆さんはロケットという言葉から何を想像しますか？ 種子島から打ち上げられる H2A ロケット？ 下町ロケット？ 宇宙開発に詳しく SpaceX の Falcon9 ロケットを想像する人もいるかもしれませんね。これらのロケットは水素やガソリンなどの燃料を酸素で燃焼させ、ノズルによって加速する化学ロケットと呼ばれるものです。化学ロケットの歴史は古く、約 90 年前にアメリカのロバート・ゴダート博士によって発明されました。その後開発は進み、今では人間を宇宙や月に、また探査機を太陽系の外部まで輸送するに至っています。しかし、そんな化学ロケットにも大きな欠点が 1 つあります。それは燃費がとても悪いということです。打ち上げロケットはその重量の 90%以上を燃料が占めていて、実際に宇宙に運びたい荷物は 2~3%しか運べません。つまり、宇宙に運びたい荷物の大体 50 倍の重さの燃料が必要になるのです。この燃費の悪さから宇宙に荷物を運ぶのはとてもお金がかかります。例えば国際宇宙ステーションに 1kg の荷物を運ぶ場合 100 万円以上かかります。この費用の高さを表す例として、「宇宙に荷物を運ぶには荷物と同じ重さの金を用意する必要がある」とよく例えられます。

この燃費の悪さはロケットが開発されてからの 90 年間ほとんど変わっていません。ロケットの燃費の悪さが長年の間、宇宙開発の大きな障害となってきました。今から 50 年前にアポロ計画で人類が月に行った後に再び月に行った人がいないのは、ロケットの燃費が悪くお金がかかりすぎるからです。人類が再び月に行ったり、その先の火星に行くに



図 1 NASA で研究が進められる火星探査用プラズマロケット(想像図) ©NASA

はもっと燃費のいいロケットを開発する必要があります。燃費の良いロケットとして世界中で研究が進められているのがプラズマロケットです。アメリカの宇宙開発機関 NASA は 2030 年ごろまでにプラズマロケットを使って人類を火星に送り込むことを計画しています(図 1)。

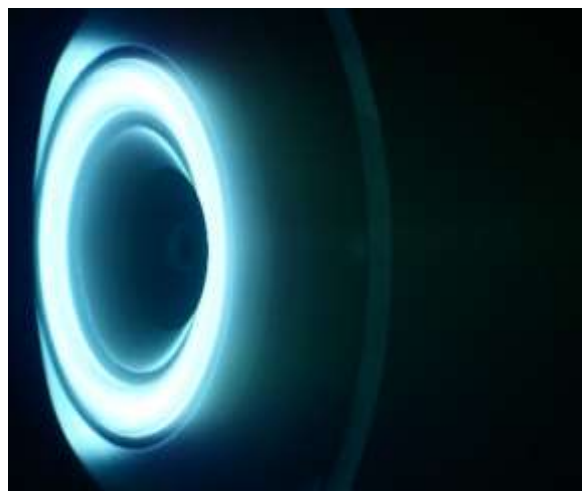
プラズマロケットとはプラズマを使ったロケットです。さてプラズマとはどんなものでしょうか？ 物質には固体、液体、気体の三態と呼ばれる状態があります。例えば、水は低温では氷ですが、0 度を超えると水になります。水が更に 100 度を超えると水蒸気になります。このことは高校の物理や化学で勉強しているかもしれませんね。更に物質の温度を上げていくと分子から電子が外れるプラズマという状態になります。この状態では物質は電荷を帯びているため、電気力を使って燃料を放出することができるようになります。打ち上げに使われる化学ロケットでは燃料を排出する速度は秒速 3km 程度ですが、プラズマロケットでは電気力を使うことで秒速 10km から 30km というものすごい速度で燃料を排出することができます。その結果プラズマロケットは従来のロケットの 10 倍以上の燃費を達成することができます。

2010 年に地球に帰ってきた探査機「はやぶさ」は 60 億 km にも及ぶ旅をたった 70kg の燃料によって達成しました(図 2)。この旅は「はやぶさ」に搭載されたプラズマロケットの燃費の良さのお陰で可能になりました。「はやぶさ」では燃料に割く重量が減ることでカメラやレーダー、物質分析装置などの実験装置をより多く搭載することが可能になり、小惑星ができる仕組みから太陽系ができる仕組み、そして地球に生命が誕生した理由などの研究に役立つ数多くのデータを取ることに成功しました。



図 2 探査機「はやぶさ」©JAXA

プラズマロケットの活躍はまだ始まったばかりです。今はまだ探査機を小惑星に運ぶの等に使われていますが、より大型のプラズマロケットを作って人を月や火星に送ることが NASA や JAXA、アメリカの企業などで計画されています。東京大学ではこれらの計画に向けた大型プラズマロケットの開発、研究を行っています(図 3)。



プラズマは 1 万度から 10 万度にもなる非常に高温の物質です。そのため開発している新型プラズマロケットでは磁場を使ってプラズマを閉じ込めて操っています。ですが、磁場によるプラズマの閉

図 3 東京大学で開発中のプラズマロケット

じ込めも完璧ではなく、漏れ出したプラズマがロケット本体を傷つけてしまうといった問題があります。そのため、現状では必要な寿命にはまだまだ達していません。東京大学ではこれらの問題を解決するために様々な研究機関と協力しながら様々な研究、開発を行っています。私もプラズマの測定技術を新たに研究、開発することで新型プラズマロケットの開発の一部を担っています。

大学院での研究生活

大学の4年間は、高校と同じように1日に何コマもの授業を受けるという生活でしたが、大学院では授業を受けることは少なくなってきます。大学院2年間の間に9コマの授業を取ればいいだけなので、1日に1個しか授業を取らない日や授業がない日もあります。私は大学院2年では授業を1つも取っていません。授業の代わりに生活の多くを占めるのは研究です。

研究は授業とは異なり、誰も正解の知らない問題に取り組まなければ行けません。同じプラズマロケットをテーマとする数人のグループはありますが、自分のテーマに取り組んでいるのは自分だけです。自分のテーマに関しては先生よりも、そして世界の誰よりも詳しくなければなりません。研究は過去の論文を読み、自分で問題に対して仮説を立て、実験によって実証すると言った流れになります。仮説を同じ研究室や他の大学の人たちと学会などで議論したりもします。自分の立てた仮説が正しいということは少なく、実験の結果また考え直さないといけないことも数多くあります。さらに、実験装置の設計や企業への発注はすべて自分で行わなければなりません。研究はつらいことが多いですが、今まで誰もやってないことに挑戦することは非常にわくわくします。

また、研究を通じて多くの人に出会えたり、素晴らしい体験をすることができました。プラズマロケットの研究を通じて「はやぶさ」を設計された教授の話の聞いたり、世界トップクラスのプラズマロケットを開発している技術者の方々とディスカッションをしたりすることができました。また、JAXAの施設を借りて実験したり(図4)、企業の方々と協力しながら研究をすすめる

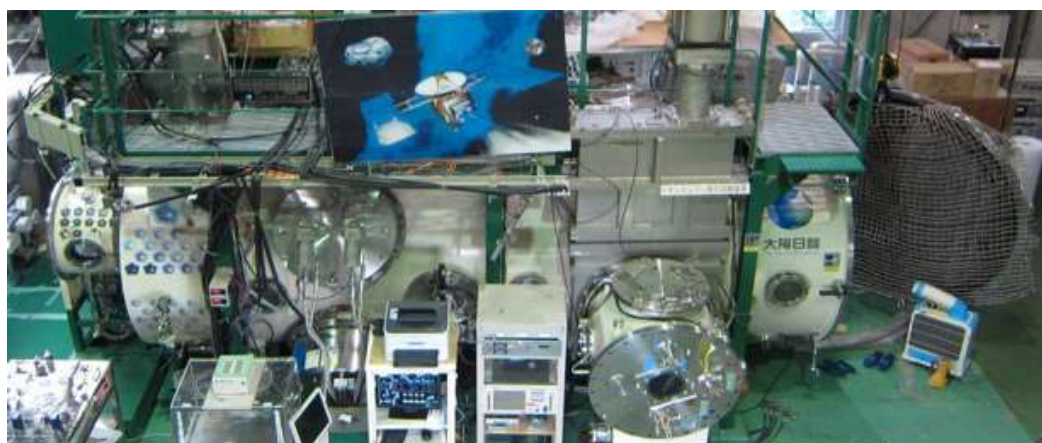


図4 JAXAの真空チャンバー

こともできました。

私は来年から宇宙産業で働きますが、これらの決断には大学院時代の出会いや経験が大きく影響していると思います。今大学院に行くかどうか迷っている方、大学に入ってから悩む方がいらっしゃると思いますが、私は大学院への進学をおすすめいたします。大学院では大学ではできなかったような人生の決断に大きな経験ができると思います。

高校生の皆さんには大学院は遠いこと過ぎてなかなか想像つかないと思いますが、大学に入学したあと私の言葉を思い出していただければ幸いです。

皆さんが素晴らしい大学生活、大学院生活を送れることを願っています。

