

折り紙ヒコーキを宇宙から帰還させる



鈴木真二

東京大学大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻教授

紙ヒコーキを宇宙から飛ばして帰還させたい。そんな話を日本折り紙ヒコーキ協会の戸田拓夫会長から伺ったのは1999年のことでした。私が戸田さんと知り合ったのは、名古屋のテレビ局が3メートルの折り紙ヒコーキを飛ばすという企画を相談に見えたときでした。水平に飛ばすのはとても無理ですが、山の斜面を利用すれば降下しながら飛ぶはずですとお答えしたのですが、さすがにそんな大きな折り紙ヒコーキは出来ないだろうと思っていました。ところが、戸田さんとそのTV局のスタッフの方々は、素材となる紙を探し出し、3メートルのスペースシャトル型折り紙ヒコーキを作り上げ、スキー場の斜面から見事に飛ばしたのです。この番組はその年に第41回科学技術映像祭・科学技術庁長官賞を受賞しました。

番組の後、戸田さんは研究室を訪ねて下さいました。戸田さんは会議室で、一番よく飛ぶという型を折り、私の目の前で飛ばしたのです。多少の調整の後、矢の様に真直ぐ飛ぶ折り紙ヒコーキに私は驚きました。もちろん私も折り紙ヒコーキを飛ばした経験はありますが、まともに飛んだ記憶がありません。私の折り紙ヒコーキに対する認識はその時点で全く変わりました。

戸田さんの夢が折り紙ヒコーキを宇宙から飛ばすことだと知ったのは、何回かお会いした後だったと思います。「誰に相談しても、そんなことできる訳ないと、相手にしてもらえない」とのことでした。戸田さんは紙ヒコーキがふわふわ飛ばば、大気圏突入でも燃えないのではないかと考えていました。スペースシャトルはマッハ20で高度400kmから帰還します。空気密度がしだいに濃くなり、高度80kmあたりから減速を始め、高度60kmあたりで空力加熱は最大となり機体表面は摂氏1600度以上になります。スペースシャトルから投げ出した紙ヒコーキはやはりマッハ20で帰還しますが、高度が高くなるほど空気は薄くなるので、高度100km以上の上空で十分に減速できれば空気加熱の影響を回避することが出来ると考えることは不自然ではない気がしました。

さっそく紙ヒコーキの帰還経路をシミュレーションしたところ、予想通り高度100km以上の高度でマッハ6程度まで減速できそうなことが分かりました。ただそのときでも

最高温度は相当高くなりそうでしたので、熱に耐える特殊な素材が必要ということに落ち着きました。それでは紙ヒコーキではありません。

戸田さんの夢は単なる夢物語で終わりそうだったのですが、2007年になり状況が大きく変化しました。それは三つの出来事があったためです。

一つは、若田宇宙飛行士と話しあうことができたことです。若田さんから、コロンビア号が空中分解した時にマニュアルなどの紙類が燃えずに地上で見つかったということを知りました。若田さんら宇宙飛行士の方々は、亡くなった宇宙飛行士の遺品を捜すために墜落現場での回収作業に携わったそうです。

二つ目は、紙の耐熱性を向上できる特殊な化学処理が存在することを知ったことです。(株)飾一で開発された「超越紙」という技術は、紙に特殊な液体をスプレーすることで紙の組成を変えることが可能で、紙をガラス質化させることで耐熱性を飛躍的に向上できるということでした。この技術のすごい点は、処理後も紙は紙であり、折り紙も可能な点です。

三つ目は、東大の柏キャンパスにマッハ7の流れを実現する極超音速風洞が出来たことです。この風洞を管理する鈴木宏二郎准教授に相談したところ、折り紙ヒコーキが燃えずに帰還できる可能性はあるとのことでした。鈴木准教授は、パラシュート型の帰還システムを研究しています。高高度でパラシュートで減速させて空力加熱を緩和させるというアイデアです。パラシュートと紙ヒコーキと手段は違いますが、高高度で減速させて空力加熱の厳しい領域を避けて帰還させるのです。熱に耐えるスペースシャトルのような設計ではなく、熱を回避する安全で安価な宇宙帰還機が設計できる可能性があるかと鈴木准教授は考えています。紙ヒコーキの宇宙からの帰還には、新しい宇宙機設計のヒントがあるはずですよ。

こうした条件が揃い、さっそく折り紙ヒコーキによるマッハ7での飛行試験が計画されたのでした。実験は2008年1月に予定されたのですが、年末の12月26日に予備実験を行いました。極超音速風洞は圧縮した空気を瞬間的に真空タンクに流すことで高速流を作ります。ただ、圧力差を与えただけではマッハ7には到達しないので、高圧空気を高温にして勢いを増すのです。測定部の断面は小さいので測定する機体は全長8cm程度です。折り紙ヒコーキ協会の方々が苦労して折った小さなスペースシャトル型折り紙ヒコーキが風洞にセットされました。紙ヒコーキがマッハ7の気流に耐えるとは信じられないかもしれませんが、動圧が低いので壊れないことを期待しました。ただし、動圧や温度は実際に紙ヒコーキがマッハ7で帰還する条件よりも厳しいので、実際に見るまでは正直なところ心配でありませんでした。しかし、「超越紙」で強化したスペースシャトル型折り紙ヒコーキは10秒間の計測中、無事に耐えてくれました。

年も明けた1月17日に実施した実験は公開実験でしたので、その様子は新聞やTVニュースで紹介されました。私達は、宇宙からの帰還の新しい方法を提示できるかもしれないと考えたからです。常識とされていることもまったく別のアプローチをとれば、別の

解が存在するかもしれないことを子供達に伝えたいと思いました。こうした発想の転換が科学のインベーションにつながるはずです。理科離れが進む子供達にこうしたワクワクする発想を実験することの意義を伝えたいと思ったからです。

気流動圧は8 k P a、淀み点温度は摂氏200度程度でしたが、計測中、発火、破損することなく、折り紙ヒコーキの抵抗、揚力を計測することに成功しました。このデータを今後さらに正確な軌道予測に活用する予定です。折り紙ヒコーキを宇宙ステーションから飛ばす際の安全性の検証に欠かせないからです。

折り紙ヒコーキの宇宙からの帰還に関して最大の課題は、たとえ帰還できたとして何処に落下するかが予想できないことです。対流圈に入った段階で風に飛ばされてしまうからです。小さな発信機をつけることも検討していますが、折り紙ヒコーキが重くなってしまっただけでは空力加熱を回避することは出来なくなってしまいます。最初の実験ではヒコーキの紙に世界中の言葉で、拾ったひとは知らせてくださいと書こうと思っています。ガラス瓶に入れた手紙を海へ流すことの宇宙版です。子供達に紙ヒコーキを折ってもらい、世界の人々へメッセージを書き込んでもらいたいとも思っています。実験に使用した立体折り紙ヒコーキは子供たちも自分で折って飛ばすことができます。

これから数年たって、空から舞い降りた紙ヒコーキがあっても、どうか直ぐには捨てないでください。それは宇宙から帰還した紙ヒコーキかもしれません。

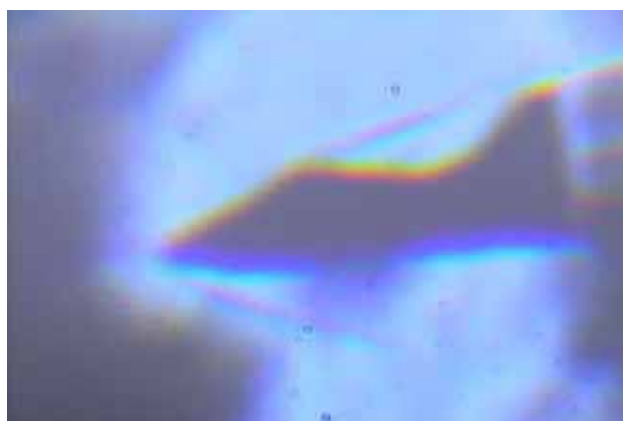
2008年1月22日



極超音速風洞装置の中央測定部



マッハ7の気流に耐える折り紙ヒコーキ



先端から発生する衝撃波を捉えたシュリーレン映像



マッハ7の極超音速飛行から帰還した折り紙ヒコーキ

鈴木 真二（すずき しんじ）

東京大学大学院 工学系研究科航空宇宙工学専攻 教授

1953 年生まれ。79 年東京大学工学系研究科航空工学専攻修士課程修了。（株）豊田中央研究所を経て、東京大学で工学博士号を取得、86 年東京大学工学部助教授、96 年より現職。現在、飛行ロボットの開発、故障した航空機の自律飛行制御、人工脳神経網によるパイロットの操縦分析などを研究。NHK 教育テレビ「サイエンス ZERO」コメンテーター、紙ヒコーキ博物館名誉館長等も務める。日本航空宇宙学会監事、ICAS（国際航空科学連盟）理事。著書「力学入門」「飛行機物語」「ライト・フライヤー号の謎」等