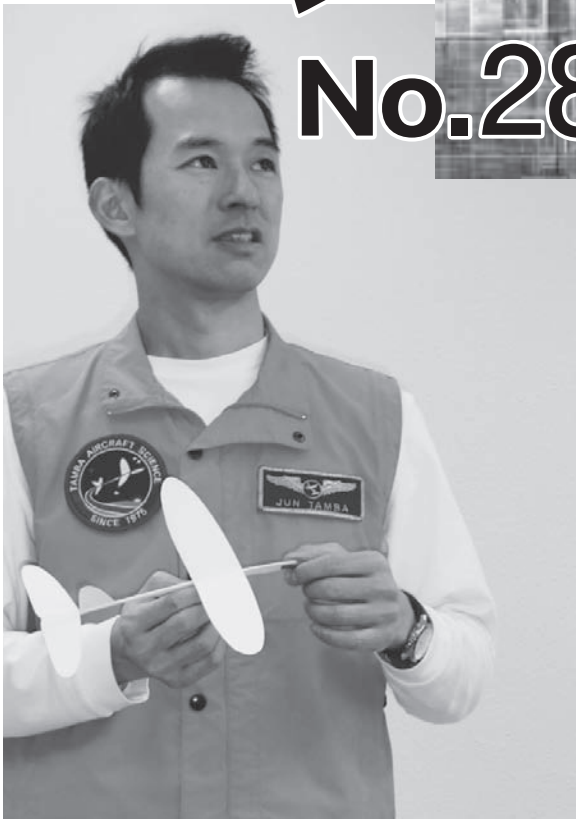


メカライフな 人々

No.28



全日本紙飛行機選手権大会優勝者 丹波 純氏

紙飛行機の始まりは江戸時代からだと聞いている。これがたとえば平安時代からあったらどうだろうか。童に花を添えた恋文を託すより屋敷の塀から紙飛行機として飛ばしてみたほうがいいのではないだろうか。より印象的にと宙返りが得意な「ツバメ」。いやいやあれは紙を切るからせつかくの歌が読めなくなってしまう。では「トンビ」は？ 旋回して大貴族屋敷の池に落ちて終わり。屋敷の広さを考えると「やり」だが、あれではまるで矢文だ。挑戦状ではないのだぞ。なにかこうももっとも魅力的に相手に思いが届くような飛行機を誰か発明できないのかね？ そうだ！ 相手が御簾を上げた瞬間に滞空時間が長い「へそ」飛行機をとばしてはどうだろうか。きっとロマンチックに飛び回る白いものを見て「かれは何ぞ」と姫が飛行機に気づき拾い上げて広げてみることだろう。そして彼女はひとつの歌を詠み……ああその前に歌を上達させなくてはならぬなあ。

今回のゲストは全日本紙飛行機選手権大会優勝者の丹波純氏である。丹波氏は普段（独）産業技術総合研究所に研究者として勤めるかわら、休日に「工作・実験 紙飛行機教室」を開いている。紙飛行機の魅力をお子たちにわかりやすく伝えようと訪問先に持ち込む荷物の量は、数人がかりでセッティングしなくてはならないぐらいになる。そんな情熱的な丹波氏が、高校生が小中学生向けに主催する紙飛行機教室の講師として参加している姿を取材させてもらった。題材とする飛行機は、丹波氏が「日本の優れた伝承」としておすすめする「へそ飛行機」である。

1. 丹波氏の思い

メカライフ編修委員（以下、メカ）紙飛行機に興味を持った時期と、きっかけを教えてください。

丹波氏（以下、敬称略）小学校一年生ぐらいのころです。近所に「紙飛行機のおじさん」と呼ばれる町内会の有名人がいて、そのおじさんの家に行くといつも紙飛行機をくれたのです。ほとんどの子たちは「ください」と言っておしまいでしたが、私は一個か二個もらった後は自分で作りたくなり「作り方を教えてください」と言って、おじさんのもとに通ったのです。

メカ 丹波さんはどんな子供でしたか？

丹波 紙飛行機をやる前から工作が好きでした。工作好きなどところに、偶然紙飛行機と出会って「はまった！」という感じでした。折り紙の場合は折って作って飾っておしまいでしたが、紙飛行機の場合は折って作ったら「飛ぶ」という機能を持たせないといけません。しかも飛んだか飛ばないかは一目瞭然です。紙飛行機は作っただけの自己満足ではなく飛ばすためのものなので、「飛ばしたい」→「作る」→「うまくいかない」→「フィードバックする」→「作り直す」というサイクルが大事になります。これはエンジニアリングのPDCA（Plan - Do - Check - Act）サイクルと同じです。私は紙飛行機を通して、子供の頃から無意識のうちにPDCAサイクルをやっていたのだと思います。そういう意味で紙飛行機は工学だと思っています。紙飛行機を作っていれば、「もっと上手に飛ばしたい！」と思い、創意・



図1 紙飛行機教室で使用する風洞実験装置

工夫するはずですが、だから今の子供達にも、紙飛行機をやってほしいのです。作るのは楽しいし、困難を克服する経験ができる。紙飛行機をもっとうまく飛ばしたいと思うことは、良い研究成果を出したいと思うのと同じです。何か思いついたら、それをやってみて、駄目でも違うアプローチで挑戦する。そしてうまくいったときの感動を味わってほしいのです。

2. 紙飛行機と工学

メカ 丹波さんは紙飛行機と工学はどう関係しているとお考えですか？

丹波 私は、紙飛行機は工学の縮図だと思っています。それをいかにわかりやすく伝えるか、というのが、紙飛行機教室をやる人間の腕の見せどころだと思います。でも、難しい理論的なことは子供たちに言えませんから「よく飛んだ、わーい」で終わってしまうのが常ですが、私の思いが少しでも伝わってくればよいと思っています。

メカ 紙飛行機が飛ぶために最低限必要な要素は何ですか？

丹波 翼一枚と、重心と、少しのねじりです。今回の紙飛行機教室では、風洞実験を行いました(図1)。風洞の中にセットした赤い平らな板が浮き上がる様子を見てもらいました。つまり、一枚の平らな板にも揚力が発生することを視覚的に示しました。ただし、飛ぶためには浮き上がるだけではなく、安定させることも重要です。例えば、宙をひらりと舞う木の葉にも、それぞれの瞬間には揚力が発生しています。しかし、揚力と重力の釣り合いが悪いと、回転してしまい、真っ直ぐには飛ばせません。紙飛行機の場合には、機首におもりを付けて、重心の位置を調整し、揚力と重力との釣り合いを取ります。“へそ飛行機”(図2)の場合は、機体前方を重ねて折りこむことで、重心位置を前に移して釣り合いを取っています。さらに翼を少しねじることによって、飛行中の揺れに対する安定性を向上させます。

メカ 今回の教室で題材となった“へそ飛行機”について教えてください。

丹波 紙飛行機には、折り方、作り方を考案した人がわかるものもありますが、この“へそ飛行機”は誰が作ったのかわからない、いわば日本で親から子に伝えられてきた、伝承の飛行機なのです。なぜこの“へそ飛行機”が伝えられてきたのかと言えば、とても優れているからです。まず、誰でも簡単に折れて、折り紙として優れている。それから、先に紹介したとおり、重心を上手に前方に持ってきているから、よく飛ぶ。だから皆が面白がって、これをなんとなく覚えて、伝えてきたのだらうと思います。

メカ “へそ飛行機”の性能向上を追求する場合、どう改

良すべきという指針はありますか？ それとも地道な試行錯誤や調整が必要なのですか？

丹波 “へそ飛行機”をどう調整するかという道と、“へそ飛行機”の作り方そのものを抜本的に変えようという道の二つがあると思います。“へそ飛行機”という枠組みの中で改良するならば、翼の角度とかおへその位置をずらして重心位置を調整するなどの自由度があります。あとは、投げ方もとても重要です。投げ方で大事なものは、紙飛行機に与える初速と射出角度です。最近の子は投げるのが苦手みたいです。ものを投げて遊ぶ経験が昔と比べて減っているのでしょうか。

メカ 工学と紙飛行機のアプローチ方法の関連性はわかりましたが、技術的な内容で工学と紙飛行機の関連性はありますか？

丹波 流体力学的に説明すると、実機(航空機)はレイノルズ数が大きい状態で飛んでいて、昆虫などはレイノルズ数が小さい状態で飛んでいます(油の中で羽ばたいているような感覚です)。紙飛行機はその中間くらいのレイノルズ数ですので、実機を扱う航空力学よりは、かなり低レイノルズ数領域の話になります。その領域では、航空力学で扱うこととは違う現象が起きることがあります。学術的にもあまり研究されていない領域ですから、その点ではおもしろいと思います。でも私は、紙飛行機がどのようなレイノルズ数領域で飛んでいるのかということよりは、青い空に飛んでいる紙飛行機を見ているのが純粋に好きです。紙飛行機だと、思いつきをすぐに試すことができるので、先ほど言いましたPDCAサイクルを一人で回せるのがおもしろいところだと思うのです。実物だと人手もお金もかかるからPDCAサイクルを一人で回せません。

3. 紙飛行機大会について

メカ 紙飛行機大会について教えてください

作ろう！ 飛ばそう！ 紙ひこうき！！
「おへそ飛行機」の作り方・飛ばし方

●用意する物 A4サイズの紙。コピー用紙くらいの厚さがよい。

●作り方

1 半分に折る。中心線は大切なので丁寧に。

2 角を三角に折る。

3 反対側の角も三角に折る。

4 中心線から開き、点線から折る。

5 両方の角を三角に折る。

6 「おへそ」を折る。先端もおへそとおなじ大きさの三角を折る。

7 「おへそ」が外側になるように半分に折る。

8 ○と○、△と△が同じ長さになるように折る。

9 反対側は、最初に折った線にそろえて折る。

10 折ったつばさを展して、指で折り目をのばす。

11 つばさを開いて完成！

ポイント1

ポイント2

ポイント3

ポイント4

正面から見たとき「Y」になるように。

「T」やつばさが下がっているのはダメ

大人の親指1本分。およそ2cm。

図2 へそ飛行機の作り方

(丹波氏のホームページ <http://www.tamba-jun.com/> より)



図3 デモンストレーションをする丹波氏

丹波 紙飛行機は、大きく分けて、「折り紙飛行機」と「組み立て式紙飛行機」があります。前者は“へそ飛行機”のようにA4版程度の薄い紙を折って作ります。後者はケント紙（葉書程度の厚さの紙）を切り抜いて胴体や主翼、尾翼などの部品を作り、接着剤で貼り合わせて作ります（表紙の写真で丹波氏が持っている飛行機）。15年以上前ですが、私が優勝したのは組み立て式飛行機の大会でした。

メカ 何を競うのですか？

丹波 主として滞空時間です。公園で5回投げて、時間を測ってその合計で順位を決めます。距離はやってもあまり面白くありません。屋外で上に向けて飛ばす場合はどこへ行くかわからないし、それに感覚的にどちらが飛んだ気がするかという、長時間飛んでいるほうが飛んだ感じがしませんか？ だから時間で勝負したほうが、優勝に対しての納得感が出るのですよ。

メカ 今回、短時間で作った“へそ飛行機”で、あれだけ遊べるのですから、夢中になる子もいそうですね。今回よく飛んでいた子供とかは大会に参加しそうですね。

丹波 でも紙飛行機の競技会に出ているのは年配の方が多いです。定年後の方たちなど結構います。

メカ 大会に参加してくる紙飛行機の性能は毎年向上したり、その年の流行があったりするのでしょうか？

丹波 はい、やはりところどころにブレイクスルーがあると思います。私が優勝した1994年の前年に競技会が始まったのですが、第1回大会のときは市販の紙飛行機キットや本を利用した機体が主流でした。その何年か後くらいから、飛行機が急に大きくなりました。

メカ それはなぜですか？

丹波 大きい飛行機を力技で空高く投げ上げてしまえば、滑空には大きいほうが有利だからです。そういう人が優勝するようになり、それに皆が追従したのだと思います。

メカ 競技大会での滞空時間はどのくらいですか？

丹波 デッドエアといいますが、たとえば東京ドームのような所で空調を全部切り、空気が本当に動かない状態でやると30秒～40秒くらいです。屋外でやって上昇気流をとらえた場合、1分以上も飛びます。トンビが羽ばたきもしないのに輪を描いてぐるぐる飛んで高いところまで上がっていくのと同じことができるわけです。だから飛行機をまっすぐ進むようにするのではなく、少し左旋回するように仕込んでおくといいです。

メカ そうするとちょうど螺旋状に上がっていくということですか？

丹波 そうです。上がっていき、あげくの果てには青い空に点になって見えなくなるということもあります。特に上昇気流が強い夏に、

メカ 競技大会では、上昇気流を探すというのも一つの大事なポイントになりますね。

丹波 そうです。一方で、上昇気流が強い時間帯に飛ばした人は良い記録が出てしまいます。そこで、一人が5回連続で投げるのではなく順番に投げるので、気象条件もある程度は平等になります。いずれにせよ5回の合計ですから、5回とも気が抜けないわけです。

メカ それは厳しいですね。

4. 紙飛行機教室で教える丹波氏とその子供たち

メカ 子供に教えていて、驚いた経験がありましたら、教えてください。

丹波 いろいろと驚くことがあります。プラス側の驚きとしては、今日もあったのですが、「こんな形の紙飛行機が飛ぶんだ」というものを子供が作っていることがあるときです。原理的に言うと、飛行機の翼の後ろの部分を目一杯折りすぎると翼として効果がまったくなくなり落ちるはずなのですが、事実として目の前を飛んでいる。翼が直角に折れ曲がっているものが、ちゃんと飛んでいるのです。こんな形の翼の飛行機でも飛ぶんだ、という驚きに出くわすことはありますね。

メカ マイナス側の驚きは？

丹波 上手に投げることができない、丁寧に折ることができない、切ることもできない、ハサミも使えない、というのが悲しい驚きですね。さらに最近では、輪ゴムを繫げることができないお母さんなど、親もできないことも珍しくありません。昔は親から子へ何気なく伝えられた“へそ飛行機”ですが、こんなことでは、この伝承が途切れてしまうという危機感を覚えます。

メカ 紙飛行機は簡単に作れてすぐに飛びますが、逆にその原理を説明するのはすごく難しいですよね？ 子供たちに原理を説明するときに苦労することはありますか？

丹波 専門家でも、なぜ紙飛行機が飛ぶかを説明するのは難しいのですよ。だから僕は子供たちにヴィジュアル面から訴えています。「飛ぶ原理」を教えるのではなく「なにか飛ぶ原理がある」という漠然としたことを教えられればいいと思っています。それが僕の役割だと感じています。

「紙飛行機が飛ぶのは不思議でしょ？ 実は飛ぶ原理があるんだよ。だけどそれは大学で勉強するんだ。だから大学に行ってくれよ。」と。小学校低学年くらいの子供には、それくらいで十分だと思います。子供たちは、原理などを学ばなくてよい。でもそういうこと（原理）がある、ということを知り、興味を持ってほしいと考えています。

風洞実験装置を使って、目の前で現象が起こる様子を、子供たちに見てほしいと思っています。まず飛ばない模型（水平の平板）で実験をして、次に飛ぶ模型（少し角度をつけた平板）で飛ぶ様子を見せます。それにより「なにか飛ぶ条件がある」ということを気づかせます。その演出の仕方（しゃべり方、間の取り方、説明の順序など）に気を付けています。数式などでの説明は難しいですが、風洞実験装置なら実際の現象を簡単に見せることができますから。

メカ 紙飛行機のインストラクターをやっている、何か失敗したことなどはありましたか？

丹波 あまりこれといった失敗はないですが、強いて言えば、デモンストレーション（図3）で良く飛ばなかったことがあります。飛ばなかったときには「どうしよう……」ではなく、「飛ばしませんね、じゃあ尾翼の角度を少し変えてみましょう」と言いながら尾翼を調整します。再度飛

ばしてうまく飛んだら、それは失敗ではありませんね。尾翼の役割を実感することができ、むしろ参加者にとってプラスに働き、優れた演出になります。僕は紙飛行機のインストラクターは大道芸人に似ているなどと思っています。

メカ インストラクターのやりがいは何ですか？

丹波 子供が「飛んだ！ 飛んだ！」と喜んでくれたときです。それに限ります。あと「また来てください」と言われたときがうれしいです。紙飛行機インストラクターにはリピーターが少ないのですが、再度呼ばれたときは本当にうれしいです。「仕事の報酬は仕事」とはこのことだと思っています。

5. 丹波氏の懸念

メカ 先生が紙飛行機の普及に力を入れているのは、自分が子供のころ楽しかった経験を皆に共有してほしいという思いからですか？

丹波 もう一つあります。先ほども言いましたが、現代の子供たちはボールで遊ぶ経験が少ないのか、運動をする機会が減っているのか、体が素直に動かないようです。それは一般論として言われている、子供たちの運動神経とか体力とかが低下しているということと同じかもしれません。それではいけない。どうすればいいか？ 紙飛行機をやればいいのです。紙飛行機を広めることで、ほんの少しでも子供たちの運動不足の解決策の一つになればと思っています。

それから、僕が子供のころは折り紙なんて誰でもできたのに、今はできない子供が多すぎます。子供たちが紙飛行機すらできないなんて、そんなことでいいのかな？ と思います。人は何かを作ることによって社会を成長させてきました。何かを作れる人は社会に貢献できる。だから私は、ものを作るということが、非常に大切だと思います。歴史的に見ても、日本人はとても器用でした。たとえば江戸時代の終わりに黒船に乗ってペリーが来て、日本国民を見た。彼は「なんでこの国民はこんなに器用なんだろう」と思い、「日本人は、今は非文化的な生活をしているけれど、そのうちすごい国民になるんじゃないか」と考えたそうです。それはやはり当時の工芸品を見たり、生活の中の工作を見たりするなかで、その技術のレベルが非常に高かったからです。かつてそういう器用な国民であった日本人が、今や紙飛行機すらできません。それでいいんですか？ というのが僕のテーマです。だから、僕は理工系、機械系に進む子供たちをできるだけ増やしたい。小さいうちからものを作ることになじんでいる子供たちが増えればいいな、と思っています。

今は子供だけでなく、親も紙飛行機が作れない。親が教えることができないとなると、近い将来明らかに文化としての“へそ飛行機”が絶えると思います。私は、子供たちのための紙飛行機教室というのを20年前からやっていますが、20年もやっていると教える内容も変わります。20年前はイベントの主催者に「“へそ飛行機”を教えようと思うんですけど」というと、「いいえ、折り紙飛行機はできるので、もっと高度な飛行機を題材にしてください」と言われました。でも今は来る話のほとんどが、「折り紙を教えてください」というもの。この20年間でそこまで変わってしまった。親に頼れない中で、子供たちに折り紙をさせる機会をだれが作るのか。それを教えてあげるのが、私の役目だと思っています。ところでメカライフの学生さんたちは紙飛行機は作れますよね？

メカ一同 大丈夫です。今日の教室でも、一緒に楽しませていただきました!! 最後になりますが、読者である学生



図4 丹波氏とメカライフ学生委員

にメッセージをお願いします。

丹波 近所の子供や、将来子供ができれば自分の子供に、折り紙飛行機を教えてあげてください。それが日本のものづくりの伝統を守っていくことにつながると、私は信じています。

6. おわりに

「“へそ飛行機”は誰が発明して、誰が作り始めたかわからないもので、口伝えでここまで受け継がれてきたものなんです。そこでみなさんにやってほしいことがあるのですが、みなさんが大人になったとき、自分の子供や周りの子供たちにぜひ、この“へそ飛行機”の折り方を教えてくださいませんか？ これが僕からのお願いです」と子供たちに呼びかけ、丹波氏は紙飛行機教室を締めくくった。

よく歌の歌詞にもあるように、紙飛行機は飛んでいるだけで人をロマンチックにさせる。どんな紙でも飛行機になれば夢が膨らむのだ……と、つまらない実験結果が書かれたレポート用紙で紙飛行機を折ってみる。この大きな夢を抱いた紙飛行機、どうか未来へ届け！ 「あ、先生！ すいません当たってしまって、しかも拾っていただいて。ああそういえばこの紙飛行機すごいんですよ。これが一番すぐれている折り方で、いやいや中に書いてある実験結果なんてどうでも……」

最後になったが、お忙しい中取材を受けてくださった丹波純氏にはわれわれ学生にわかりやすく丁寧な説明をしていただいた。この場を借りて深く感謝する。

(文責 メカライフ学生編修委員 中村恭子、宮崎哲郎、関口拓人、酒井康徳)