

国際日本文化研究センター共同研究「生命文明の時代を創造する」講演会・シンポジウム
第2回研究会「森里海連環とネイチャーテックによる持続可能な社会を考える！」

2010年6月12日(土) 会場: 日本文理大学 菅記念講堂

主催: 国際日本文化研究センター 安田喜憲研究室

共催: NPO法人ものづくり生命文明機構、NBU日本文理大学

後援: 新日本製鐵(株)

流れに関わるネイチャー・テクノロジー



マイクロ流体技術研究所 所長
日本文理大学 工学部航空宇宙工学科 教授
小幡 章

流れに関わるネイチャー・テクノロジー

数年前、あるところから私の研究スタイルは航空分野のネイチャー・テクノロジーではないかと言っていたことがあります。

それまではそのような意識はなかったのですが、東北大学大学院の石田先生が提唱されていることを知り、研究を進めていくにつれて、そうかなと思うようになりました。それだけでなく、ネイチャー・テクノロジーのキーワードの一つである「ライフスタイルの変換」を研究意識として頭の隅に置くようになってからは、一段と研究が捗ってきたような気がしますので、最近では、これは確かにネイチャー・テクノロジーだなと実感しております。

本日は「流れに関わるネイチャー・テクノロジー」と題して、私の研究成果を研究スタイルの変換と関係付けてご紹介したいと思います。

航空関係の自然に関わる驚異は何と言っても昆虫と鳥の飛行能力に尽きると思います。特に昆虫の飛行能力は際立っています。

ここ 30 年近く、多くの研究者がその精妙な生態の解明や飛行能力の獲得に力を注いでいるのですが、ご存じのように昆虫の飛行を簡単に真似することは叶わず、未だその道は遠いと言わざるを得ません。

この精妙な機能は、これまで気にもとめていなかった極めてゆっくりとした流れの中で起きていることが分かってきました。

身近な世界における難問という訳ですが、それを解決するためにはライフスタイルの変換と同様に、我々の研究スタイルも変換しなくてはならないのではないだろうかと思わざるを得ないほどの難問でもあります。

私は航空関係企業での開発経験こそ長いのですが、研究歴は短く、研究といえる研究をしたのは NBU 日本文理大学の教員になってからの 5, 6 年ですので、研究素人を自任しています。しかし、ある研究プロジェクトがきっかけとなって、研究素人の怖いもの知らずから、低速空気の流れを従来とは全く異なる視点で見直し、キーポイントを発見しようと思立ち、無謀とも言われそうな試みに挑戦することからスタートしました。

航空機の研究は大きく重い物体を空中で如何に速く運べるかを最大の命題として進められてきました。

しかし昆虫の飛行振りを観察すると、その飛び方が飛行機に比べ超低速であってもそれが有効利用できる場面が我々人間の住む世界にも必ず存在するのではないかと思いたくなります。

現実には今まで良い応用例はなかったと言っても過言ではないでしょう。

利潤追求を目的とする企業にとっては手がかかるが儲からないと言う理由から未開発の

分野であったかも知れません。私の研究も大学に身を置くようになってから手掛けられたことだと思っています。

それにしても、何故、それなりに研究はされながら低速の飛行世界には大きな発展がなかったのでしょうか。

それは、昆虫の世界の本質が軽薄遅小であるためだと考えます。

トンボの重さは例えば千円札の重さと同じ 1 グラム程度ですから極めて軽く、羽はラップフィルムよりもっと薄いマイクロオーダーのものでし、飛行速度もジェット機に比べると 2 桁も遅いのです (1 秒当たりの飛行距離を体長で割ると、ジェット機よりも一桁も優れているのですが)。極めて小さいことは言うまでもありません。

航空の世界だけでなく、一般に人間の世界観では軽薄遅小と言われると良いイメージを与えません。

軽薄遅小が重厚速大の世界では余りにもひ弱すぎてとても使用に耐えられないだろうということが、技術者だけでなく研究者も手を付にくい最大の理由ではないかと考えられます。勿論、利益も軽薄遅小であることは既に述べた通りです。

あれこれ考えているうちに、この問題が解決できれば、もしかしたら、この研究から新しい工学の理念が生まれる可能性を持つのではないかと思いはじめていたのです。

そこで、弱点对策を脇に置いて、もう少しトンボ周りの環境即ち空気に着目し、空気力学における軽薄遅小の本質は何かを考えてみることにしました。

幸い、私の恩師である東大名誉教授の東先生がトンボや鳥の飛翔等については世界的権威なので、既知のことなら大抵のことは直ぐ教えていただけることも大きな力になっています。

さて、低速流は軽薄遅小のうちの遅と小が該当しまして、遅と小の程度を乗じたものが一定値よりも小さくなると流れが粘って来て渦が出来やすくなることが分かっています。トンボや蝶々にとって空中で飛ぶことは、私たち人間が水の中で泳ぐ時のような粘っこさを感じているのです。つまりトンボはかなり粘っこい空気の中を飛んでいることになります。

物理的に言えば低速流の集約は粘性と渦ということになります。これが軽薄遅小のものの周りを流れる空気の本質と言って良いと思います。

考えてみれば、粘性や渦は機体の高速化を阻害する要因として如何にその悪影響を避けるかが航空工学の大きな目標ではありましたが、それを利用すると言う逆の発想は極めて少なかったように思います。

そこで敢えて頭を切換えて、粘性や渦が有用な局面を持つのではないかと言う仮説を持ちながら粘性や渦を調べることにしました。現象の面白さの追求ではなく、目的を持った調査と言うことになります。人間の世界でも当てはまることですが、嫌われ者の強みを如何に活用するかということにつながります。

粘るものが身体に纏わりつくことは誰にとっても不快であろうと思いますが、渦はそう

でもないように思えます。私には整った渦はとても美しく見えます。すなわち、美しいにも関わらず制御できないゆえに、悪害を発生するものとしてしか位置付けられてこなかったという見え方ができるようにも思いました。

例えていうなら、粘性は得体の知れない気持ちの悪い嫌われ者ですが、渦は粘性が産んだ我儘だけれどもとても美しい女性ということになります。

それだけ美しいものなら制御出来たら活用出来るのではないかと考えても別に罰は当たらないでしょう。そういう積りで渦を調べて見ようと言うことになりました。

そうすると、第一になすべきことは渦を目に見えるようにすることであるということになります。

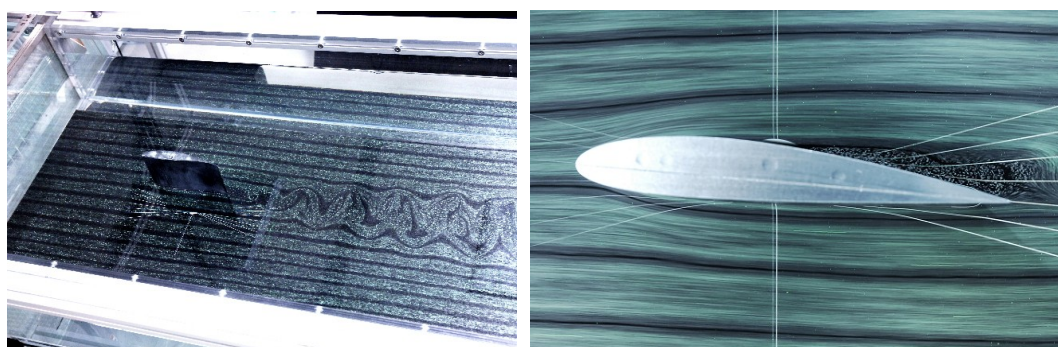
微妙な渦の変化を自分の目で確かめることが出来れば次のステップに進めるのですが、事はそう簡単には運びません。低速流れにおける渦やその周りの流れの様子を可視化することはこれまで簡単には出来なかったのです。

煙風洞を使えば物体の流れの様子は分かるのですが、トンボの大きさの実験模型しか使えず、物体周りの流れが良く分かりませんし渦を明確に見分けることができません。

煙を水に置き替えてやれば模型が大きく出来るのでその分良く見えるようになります。しかし、水の流れの様子を簡便にしかも正確に見ることが出来る装置がなかったのです。

我々は水槽を新しく開発することによってこの可視化に成功したのですが、具体的な説明は多少の専門用語を要するので省き、これが実現できたとしてネイチャー・テクノロジーに関わる考え方について話しを先に進めることにします。

後に少し関係するので、可視化の成功要因は見捨てられていた古い技術に注目したところにあったということだけ申し上げておきたいと思います。



可視化実験水槽計測部と翼周りの流れ

実は可視化装置を使って、トンボが本当に凄いとすることが分かりました。

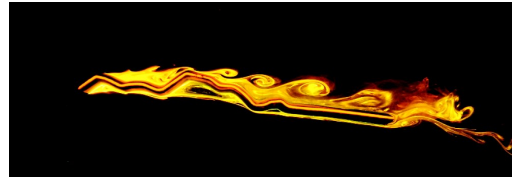
これがネイチャー・テクノロジーでいう、自然から学ぶことなのだなど実感しました。

渦を巧みに制御して、空気の粘りを良い方向に切替えていることが分かったのです。

これは、姿の見えない粘性と言う嫌な奴を、羽の凸凹を使って渦列という複数の美人に変換し、それによって周囲の流れを従わせてしまったのです。

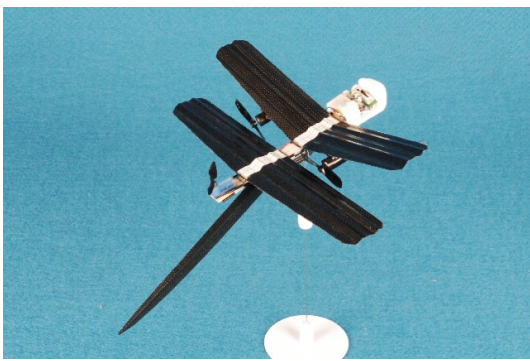


トンボ翼周りの流れ写真



翼上面に渦の列が出来ている

凄いことですが、これだけでしたら真似が出来ます。学生達が頑張ってくれて我々はトンボ型飛行ロボットを作り、飛ばすことに成功しました。20グラム型は屋外飛行も可能です。



3chトンボ型飛翔ロボット



飛翔中のトンボ型飛翔ロボット

軽薄遅小の問題点が表に出ない、素直なネイチャー・テクノロジーと言って良いと思います。

しかし美人渦に取りつかれている者としては、更に美人を活躍させたくになります。でも、柳の下に泥鰯はそうそういません。

嫌われ者の渦や粘性を利用できないかと言うスタンスに立っていなかったら、流れが見えたからと言っても、またトンボが凄いからと言っても、それだけでは良く飛ぶ飛行ロボットの域は出ず、その先にある渦の魅力を拓けることはできなかったでしょうし、軽薄遅小という問題が解決されていないからです。

更に前に進むには軽薄遅小の問題解決のための新しい研究スタンスが必要です。

渦にはもっと利用価値があると確信し始めていたので、飛行ロボットの開発が一段落したところで、トンボ渦の活用範囲を広げる目的で、新旧あるいは異質世界の組合せという見方あるいは探し方を採って、更に研究を進めることにしました。

異なる価値観を結び付けることは、相性が良くなければ上手く融合できないので、航空の雑学コーディネーター的資質が必要かと思いますが、可視化技術が新旧技術の組合せで上手く行ったことが後押しとなって、資質はそれほど気にせず難問にチャレンジすることにしました。

現代の技術社会では、あらゆるものが一様に技術進歩を遂げていて、それらを上手く組

み合わせることによって新しい製品が生み出されています。レベルが揃っているので先端技術と古い技術が協働・融合することはありません。

一方で、自然界に生息する生き物の不思議な能力は、長い期間の進化の反映ですから、うまく表現できませんが先端と言うよりもむしろ絶妙な組合せの結果で産まれてきたような気がします。

現代技術における超と言えるものは、人類が集中や拡大の限りを尽くして獲得したものです。自然界の奇跡は組合せの限りを尽くして得られた超級の組合せ技術のように思えてなりません。

この辺から確たる根拠はなくなるのですが、先端文献の成果には拘らず、新旧あるいは異質世界のあらゆる組み合わせを考えて更に研究を進めることになってきました。

一言でこれらを異領域コラボと言うことにした場合、それは空力の世界ではどのようなことを意味するのかを考える必要があります。

木々は強風に対しては風の赴くままになびき、決して風に対抗しようとはしません。このような、強い相手に対しては時に応じて受け流したり強いモノの陰に隠れたりする機能が軽薄遅小の弱さをカバーするためには必須です。

そこで、専門領域を超えた様々な組み合わせで軽薄遅小の欠点がカバーできないだろうかを考えました。例えばトンボの得意とする低速空力の世界を敢えて苦手とする高速の世界に持ち込んだらどうなるかとか、高速でも低速でも成立する真逆の空力現象を組合せればどうなるかとか、トンボに限らず自然の低速空力の世界と人間が考えた機械工学を組み合わせたらどうなるか、等々色々考えることが出来ます。

この考えは、実際多少の成果も生んでくれました。

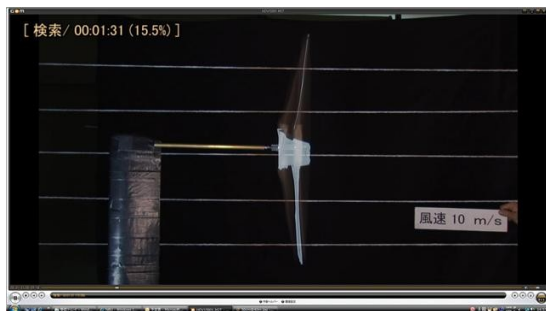
ご紹介する回転ロッド送風器は渦を回転機械で置き替えたものですし、マイクロ・エコ風車はトンボの世界で得た知見を高速の世界に広げたものですし、ヘリコプターの技術知識なしには生まれなかったものです。



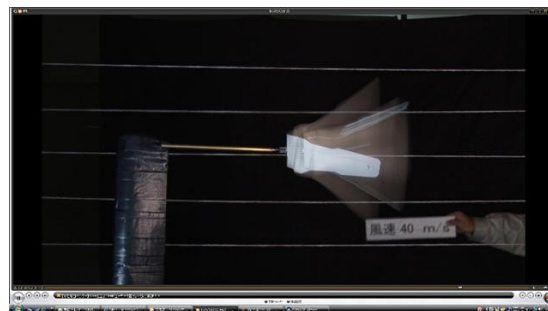
低速流発生装置(回転ロッド)



NBU 日本文理大学マイクロエコ風車



風速 10m/s 安定して回転している。



風速 40m/s 常時台風並みの風が吹いても上手く受け流し風車は壊れない。

話が大きくなりますが、このような考え方や研究のあり方は「産学一致」という、本学創立者の言われたNBU日本文理大学の建学の精神への答の一つの様にも思えます。

更に発想を飛躍させれば、航空工学と建築工学を組合せることで何か出来ないかとか、航空工学と土木工学を組合せることで無駄の少ない新しいシステムを作り上げられないか等等と言うふうに発展させることも出来ます。学部学科の壁を越えた本学の特徴の一つになるかもしれません。

個々の専門度レベルは決して高くないにしても、専門領域の持つ本質的な特質を掴みさえすれば組合せができ、さらに応用が利くのではないかと言う考え方と言ってもよいでしょう。

話しの始めで挙げた、軽薄遅小の抱える幾つかの弱点は異領域コラボで解決でき、トンボロボット以外にもトンボの凄さの一部を展開出来たような気がします。

幸い、ネイチャー・テクノロジーによる産物は応用しても環境やエネルギー消費の観点から好ましいものであるという利点を持っています。

NBU日本文理大学の科学探検隊長よろしく夢中で過ごした5年間のネイチャー・テクノロジーに関わる研究生生活を振り返って整理すると、私の提案はネイチャー・テクノロジーに異領域コラボを組込むことで、無駄のない、人に優しい、そして地球に優しい機械系あるいは建築土木系のシステムをつくるのが可能ではないか、ということになりそうです。

この先、このような考えの下にNBU日本文理大学の学生諸君、教職員諸氏とのコラボを通して自然に関わる新しい教育観形成に役立てたいという思いもあるのですが、出来れば本日参加された多くの方々にもこのような考え方を理解していただき、大分の豊かな自然を背景に地元の方々とのコラボをする形で新しい地域の価値観を創造出来れば良いかと考えております。

以上