

2007 年 12 月 5 日

木村 學 (Kimura Gaku)  
(株)ジー エイチ クラフト 代表

## Structure Design is Art and Science のモノ造り

表題の < Structure design is Art & science > は、約 10 年前に Skunk Works のエンジニアが米国複合材料技術会 (SAMPE) シンポジウムで X-33 をテーマに講演した時タイトルの副題となっていた言葉です。X-33 は次世代の再使用型宇宙往還実験機で、先端複合材料技術 (Advanced Composite Materials and Technologies) の可能性・夢などの粋を盛り込んだ Skunk Works ならではのコンセプトデザインでまとめられており、受講者を魅了しました。

私もこの表題 < Structure Design is Art and Science > と講演内容に感銘しました。その後残念ながら複合材製極低温タンクの不具合で実験が失敗し、その翌年このシンポジウムでは「何故、何がどうだったのか？」詳細に報告があり、これまた良くぞここまで開示した！と、米国の懐の深さにこれまた私は感銘しました。

この X-33 Project が中止されたのは、当時の先端複合材の実力値が未だ宇宙用超軽量・極低温タンクの要求を満たす事が出来ない事が不具合の引き金であったと思いますが、それ以上に再使用型宇宙往還機 (スペースシャトル) 構想が陳腐化したことであろうと私は推測しています。日本の HOP-X・全複合材主構造実大実験機設計・製作に関わりましたが、この Project も凍結され、大変残念でもあり、一方賢明な選択であったようなところもあり複雑です。

前置きが長くなりましたが、ここに投稿の機会をいただき日ごろ感じている構造設計、または設計・製作は < Art and Science > ということについて記してみることにしました。

私は毎年、春秋このシンポジウムに参加するようになって 25 年以上になります。そのほか AUVSI (国際無人機システム協会) などにも出席しています。これらのシンポジウムのセッションは朝 8 時からはじまりますが、私は毎回基調講演が楽しみで早めに会場に入り良い席を最前列に確保します。毎回常連がここに顔をそろえます。今年の SAMPE の Keynote speaker は NASA Innovative Partnership Program Officer (Director) で、NASA's New Strategic Direction and Importance, Industrial Collaborations でした。話の内容はタイトルの通りでこれから 5 年 10 年産業界とこのようにやっけて行こうよ！ということでしたが、パワーポイント映像資料で示した火星探査計画や Video が素晴らしく、日本から米国東海岸まで来て参加した価値がこれだけでもあった、と毎度のことですが、そう思える内容でした。その他パネルディスカッションなど、特に Boeing や Lockheed Martin など大メーカーの副社長クラスの講演も、話題とともに準備されたデザイン・内容が磨かれていて「シンポジウム文化・芸術」といってよいように感じます。これは学会・技術会のセッションも同様で、日本がまだまだ中進国である面の一つでしょう。欧米の教育がプレゼンテーション力に重きを置いていることの結果だと思えます。

良くできたモノ、構造は美しい！それは結果でもあるが「Art and Science」で、設計・製作の過程磨きあげる意識・行為が美しいものを作り出しているのだと思えます。

表題の < Structure Design is Art and Science > は正に「言いて妙！」と共感し、以来、私どもの標語として活用しています。

私どもは日々、軽い速い乗り物：潜水艇から自動車・列車・航空機・宇宙機までの開発に明け暮れる仕事をしています。仕事はどれも困難・予算不足などで四苦八苦ですが、この難題を知恵・創造性でクリアする過程が大変面白く、時を忘れて仕事に没頭しています。若い仲間と日々挑戦して行く仕事は大変楽しく、これまで大変良い仕事に恵まれて幸いでした。

これらの機体・構造のほとんどがカーボンファイバーと熱硬化性樹脂の複合材料 (CFRP、CF Composite) を主に用いている事が知られています。その理由は現在市販されている工業材料で最も比強度・比剛性が高いなどの高性能な物性もありますが、それ以上に単品・少量生産には大変便利で、最も扱いやすい材料・工法だからです。これ以外の軽合金やその他の材料・工法では考えられません。

その最も良い例が、つい最近富士スピードウェイで行われた F1 の車体で、ご承知のようにこの CFRP で現在の匠・技術と素材・道具で成立しています。最新 F1 マシンの外形意匠を見ると前から後ろまで空力デザイナーが毎年風洞実験とレース結果など膨大な作業を経て生み出した、まさに < Art & Science > の造形の見事さを感じます。それを実構造として超軽量に仕上げるにはこの CF Composite 材料と工法以外には有りません。

しかしここで私たちが最も重要視しなければならないことは、工法や技術に目や思いが行きますが、この形・造形をどのように創造したのか？ 思いついたのか？ その事だ！ と私は思うのです。実際にあのフロントウイングなど空力デバイスは何故そのような形になるのか？ 驚き以上に感嘆モノです。現在上位の F1 Team は皆、少なくとも 1/2 か Full Scale の風洞設備を持っており膨大な実験をやっています。その実験設備・技術

は造形したモノを評価すること、風の流れを観察することはできますが、形を生み出すことはできません。それらを含めて F1 は 20 世紀の科学・技術をベースにした文化！ といつて良いでしょう。

かつて私どもは America's Cup 艇 (ヨット) の開発・構造設計・製作 Project を担当しました。私どもの仕事はテクニカルチームが数百以上の水槽実験から選別した船型を引き取り、Building Team として実構造を設計製作することでした。艇の品質は世界一のお墨付きを、競技を仕切る国際協会の計測委員からいただきましたが、レース結果は予選参加艇の中間でした。スポーツですから乗員の力が勝敗を決定する面もありますが、それ以前に艇の設計ですでに順位は決定してしまいます。これは防衛も同じでしょう。

私どものテクニカル Team が膨大な実験から船型で Best を選びましたが、この時優勝した挑戦艇、防衛した New Zealand 艇は、さらに細長い船型を採用していました。われわれの Team が範囲外と考えていた先までを想像・創造して実験を行い、船型を決定していたのです。

結果として強い Team は新型艇を出来る限り遅く投入しました。他の Team の状況をより多く観察し、実験で少しでも多く船型を評価して最もポテンシャルの高い船型を選ぶことにしていたのです。

話が横道にそれますが、America's Cup は、かつて英国が海洋国全盛時代、1851 年に挑戦を開始し、予想に反して米国がダントツで勝利したことから始まっています。この時女王陛下は「わが方の艇はどこに居るのか？」と聞くと「残念ながら未だ見えません！」と英国は屈辱を味わいました。以来両国の技術の粋を尽くした艇によるレースで米国が勝利を維持しましたが、1983 年オーストラリアに敗れます。これは水中の翼：Keel にウイングレットをつけるデザイン・イノベーションの採用が勝負を分けました。その後米国：USA は技術力でカップを取り返しますが、1995 年、New Zealand が圧倒的な強さでカップを持って行きます。New Zealand は、ヨットのオリンピッ

ク金メダリストを数々輩出する国で、優秀な選手・センスを持っています。デザイナーも多く生み出しています。優勝のイノベーション・アイデアを出したのは、その10年前に活躍した若いヒッピーのような天才的アメリカ人デザイナーで、「ヨットや船は細長いほど速いのだ！」という単純明快な考えの下、当時世界で最も幅が狭い艇のデザインを提案しました。それを New Zealand が採用したことにあります。船型・ヨット設計の専門家が誰も考えもしなかったほど細い船型でしたが、この<Innovation>を採用する「デシジョン！」をした Team が偉かった！と私は思っています。ちなみに2007年7月、スペインのバレンシアで行われた大会参加 Team のどの艇も、前回出場優勝艇以上に細長い船型を採用しています。

私どもは今、4発のチルトウィング型 VTOL UAV を開発していますが、このアイデア自体は新しいものではありません。1940年代に飛行実験が行われていますが、今日まで日の目を見ていません。人間が操縦できない飛行を、最近のコンピューターシステムが可能にし、ロボット制御要素部品を市販品で調達できるようになったこと、そして大胆な CF Composite 構造の採用が可能になったからです。UAV は人が乗らないので、寸法・一般配置などなど大きな制約から解放され、あらゆるイノベーション投入の可能性があります。

乗り物などの構造設計で最も大事なことは、空力と構造の両立は大変な創造・想像、イメージネーションだ、と私は考えています。

世の中では良く「技術立国！」「科学・技術」振興などが取りざたされますが、技術は大変重要ですが、道具に過ぎません。「想像・創造」の作業がまず有り、それを実現するには技術が必要なのだ！ということだと思っております。

それが日本では抽象的できちんと認識されていないような気がしており気になっています。

先進国としてのモノづくりで最もこれから重要な事は、<デザイン>であり、そのデザイ

ンが抽象的なアイデアの創造とわれてきましたが、デザインは Art and science だ！ということです。それをどの様に磨いてゆくのか？ 若い次代を担うエンジニアに伝承し、創造してもらうのか？ 大きなプログラムが必要です。

学生イベントで行われている<ロボコン> <鳥人間> <ソーラーカー> <エコラン> などなど皆有効です。F1 や America's Cup など年間100億円以上の民間開発プロジェクトですが、経済大国といわれている日本であるのに、現在淋しい状態です。

デザインは Art and science、これを磨くには何よりもまず、プロジェクトを通じて世界の最前線と競い合うこと。開発の件数を増すこと。大きな予算で5年10年かけるよりも、初期のフェーズの予算を小さくしてでも機体開発の件数、場数を増し、参加する機会を増やすことが何よりも現在の日本には必要だと私は感じています。