

巻頭言

人工物に注目する

齊藤 了文 関西大学 名誉教授

デカルトの機械論といわれるものは、近代の科学の基礎になった考えを示していたと言われている。ここでは、その考えをまず紹介し、現在の工学、ものづくりの見方を対比してみる。デカルトは「われ思う故にわれあり」で知られている。心、精神と物、外的世界を存在論的に完全に分離した。つまり、それらの因果的交流はありえないと論じた。実はそれによって物の研究、特に身体の研究も、いわば客観的に行うことが可能となった。そして、自然に対する技術的支配が行われるという考えの基本を提出したとも言われている。さらに、心身の二元論によって、私が自分の体を動かせるという常識が、説明しがたい謎になってしまった。

さて、デカルトの『方法序説』は物事を正しく考える4つの規則を示している。これは実質的に科学的な考え方の基本となっている。第1は、明証の規則と言われ、いわば明晰判明なデータ、さらには数学から始めるというものである。第2は、分析の規則と言われ、問題を部分に分けて考察せよというものである。第3は、総合の規則と言われ、分割して得られた解を段階を踏んで統合するというものである。第4は、枚举の規則と言われ、漏れ落ちがなく全体を通覧するというものである。こういった考え方は、学問にとって当然重要だと思われる。実は工学、ものづくりというのは、自然科学の法則を使いつつ、例えば、熊を捕まえる檻を作ることができる。設計というのは、頭で考えたアイデアを物という仕方を実現することだろう。しかもそれは、我々が見ている世界で起こることである。これは数学を使った世界を扱っていても、それは当然我々の住んでいる現象の世界に関わるということを示している。

一般に世界が何らかの規則通りに動く所与なら、機械論が影響するといっても大きな問題はないかもしれない。天文学や暦学は、船の大洋航海に役立つ。しかし私の心に由来しそうなアイデアに基づいて、新しい人工物を設計して製造する。それがまた別の人間の心に影響するならば、実は心身問題にも関わり、考察に値する問題も生じる。

また、17世紀の近代科学は、いわば自然を解明すること、自然研究に携わることによって、神の創造の理解が深まるといった枠組みで理解されていた部分もあった。

実はこれと対比的に、様々な工学部の学部でも実は共通して教えられている「制御」という部門がある。これは、「応用物理」とか「応用科学」といった、自然現象の細かな数学的、科学的理解とは違って、ある種一般的にものづくりに関わる機構

を研究する部門である。木村英紀はこれを純粋工学として特徴づけている。神の創造をそのまま尊重するのとは少し違った方向である。

次に、最も単純な要素から始めて、それから全体へと向かうという分析と総合の規則に関して、世界の様々な法則を発見し、それに基づいて世界理解を進めるという方法論がうまく使えない場合があることも知られている。カオス理論が示すように、初期値に大きく依存する場合に、基本的法則が見つかったとしても、将来予測はそんなに自明にできるわけではない。つまり科学法則に依存して、将来を予測したり、人工物を設計したりすることは容易ではない。そのために基礎理論だけでなく実際上は、様々なレベルでの実証実験が必要だともいえる。

より具体的に研究開発における科学的、数学的知識の影響力をみていく。

ここからは、二つの事例を見ていく。一つはアメリカでの造船業の姿であり、もう一つは、設計開発の姿を示している「魔改造の夜」というテレビ番組だ。

アメリカで造船業がなくなっていて、例えば日本がそのサポートをして、造船を行うようになりそうだと、というニュースが流れている。もともと製造業は、物を安く作る新興企業がでてきて、古くからの企業は衰退する。いわば人件費が安い国々に、新しく工場が作られる。その意味で、造船業が先進国からなくなっていくのは当然かもしれない。ここで面白いのは、科学が進んでいるはずのアメリカで造船業ができないかどうかだ。もちろん、いわゆる科学技術の知識はある。知識としては図書館にも教科書としても存在し、いわば公共空間にあるともいえる。科学用語の体系化が起こり、計測法の標準化が起こり、測定装置も規格化される。しかし、それでも造船業の復活は難しいのか。アメリカが自力で回復できないのはなぜか。費用だけの問題か。部品を買い、作ることの出来た技術者を海外から呼び集めるとできるのか。たぶんできる。ただ、問題となるのは、何らかの意味の新たな設計が必要になることだ。そのそれぞれで、デッドコピーをするだけなら、部品も、組み立てる労働者も集められる。しかし、何か新しいものをつくる必要がある。さらに下請けの持つ技術がすごいと言われている。この技術を使って作られた分だからこそうまく動くと言われる。一般的な設計の問題と、部品会社が特殊に持っている個別的技術力がポイントである。

ここでより一般的な論点が出てくる。個別的なものについての知識は、一般論から論理的にも帰結すると言えるのか。

貝が船底にこびりつかないように塗装が必要だとすると、それはいわばその専門会社に頼むのが普通である。その意味で船舶会社自身では詳細な取り扱いができない技術がある。

科学の知識は大枠が決まれば、細かいことはそのうち出来るようになるにも思える。一般論が分かれば、その特殊事例は、数値代入で行けそうに思えるかもしれない。ある基礎理論から帰結すること、予測できることは多い。相対論や量子論を基にすると、世界の始まりから今現在の世界までが理解できそう。しかし、人工物を作る場合に、その帰結は見えにくい。例えば特許流通の場合でも同じだが、ある技術が何に使えるかは発明者にも分からない。iPS細胞でも、基礎的な知識から、臨床研究を通じた薬の開発までの帰結を見通すことは難しかった。また流体力学の法則その物が分かっても、このエアコンの設計をどうするか（この配管の形がこうなっていて、環境規制や設置場所の考慮も必要）は難しい。

人工物を作る時に考えるべきもう一つの問題は工学の他の分野の知識をうまく集めることである。科学的知識として統一理論は作れるかもしれないが、実際上分野ごとに成熟してきた知識をまとめることも難しい。例えば『東日本大震災合同調査報告 機械編』でも、多様な知識の統合の難しさは、原発事故を防げなかった基本的問題点として取り上げられている。また、2025年秋の機械学会の年次大会でも「学会横断テーマ」のフォーラムが幾つか開催されている。このようなテーマを取り上げることは、ここ数年の機械学会の傾向でもある。他分野の知識に精通した技術者はそうそういるものではない。もちろん広く浅い知識を持つ人はいても、それでものづくりが可能になるわけでもない。ものづくりにおいては、科学的知識が公共空間に存在するからと言って、単純に有利にはならない。個別的にどの力がどう影響するかは誰が判断するのか、試作品で試すこともありうる。すると実は、実証実験が一番重要になる。

さらに、企業の内部でも、領域の工学だけでなく、その総合にも関心がもたれている。先日、設計工学会の見学会で三菱重工の長崎に行った。そこでは研究所が2種類に区分され、個別の領域、分野に特化したもの（普通の大学の工学部の分類に類似する）と、ある特殊な場合にそれらの人々を集めてプロジェクトを集中的に行うものがある、と言われていた。現在、一つのトピックとなっている水素を燃料として使うことについても、その輸送も含めてアンモニアを使うか、化石燃料を使うか、電気分解を利用するかについても、様々議論が行われている。排気ガスや、運送、その後の水素の取り出し、資源量、様々なコスト、などいろいろな論点に関わる。そのために現在もどの技術がいいかについては意見の集約ができていない。

企業の研究を少し離れて、NHKの「魔改造の夜」というテレビ番組に注目しよう。この番組では、6週間という期間内に、おもちゃを魔改造して、思いもかけない性能を出せ、という課題を、3つの企業もしくは大学生に与えて、その要求をどの程度満たせるかを競う番組となっている。いわば、新たな研究開発をするプロジェクトがどう行われるかを見る番組となっている。それぞれの企業には、NHKの番組担当者が張り付いて、映像で記録している。研究開発の簡易版、モデルと

みなすこともできる。

ここで二つのポイントに注目しよう。一つは、ものづくりにおいて、様々な知識を総合するという点、それを行うリーダーの役割である。プロジェクトリーダーがうまく機能しないと、とくに6週間という短期間では問題解決はなかなか難しい。リーダーがすべてを把握しているわけではないのに、何らかの人工物にまとめるしかない。つまり、魔改造の夜でのテーマも、通常業務で技術者が扱っている課題ではない。それを踏まえて、開発を進めている。これはもともと、領域工学の知識しか持たない人をどう集めるかの問題となる。さらに、リーダーをどう選ぶか、どう育成するかという問題かもしれない。さらに、魔改造では、特異な問題に対して解を求めている。ここで優勝しても、その新しい技術が今後の企業の発展に直接つながるわけでもない。それでも技術者に「失敗を経験させる」のが良いことだとプロジェクトリーダーは考えている。実は、現在の製造業では、品質や時間管理が厳しく、新たな発想の設計はなかなか行えない。（ただ、本当に難しいのは、ある期間人を集めて行うプロジェクトは、多くは数年先しか見ていないということであり、専門的知識を深めることとうまくつながらない点にある。）

もう一つは、いわば事故調査に関わる。基本は同じでも些細なことでも事故が起こりうる。「恐竜ちゃん缶けり」の課題でも、遠くに飛ばすために、蹴り上げの角度とか、空き缶の変形を少なくする方法とか、いくつかのポイントを考慮する必要があった。しかも力学の技術的二つのポイントも、いくつか試した上でないと、どういう方向に仕上げるかは分からない。高校の物理で物を遠くに投げるための角度は理解できても、コーヒーマシンの空き缶の場合どこに力を与えると、どう飛翔するかは、けり方、缶へのあたり方などいろいろな場合による。しかも、空き缶をけるのは恐竜ロボットの足なのである。遠くに飛ばすことを試みる間に、恐竜の足が折れてしまったこともあった。この場合、足の材料を変更して、さらに実験を続けるしかない。つまり、課題を満たすための機能は、最初からwebや図書館で見つかるわけがない。実験結果を見て、そこからどこにポイントがあるかを探る必要がある。しかもそのポイントが複数考えられるなら、そのどれを重視するかもある必要がある。

こうしてみると、最近のAIは、フィジカルAIに移行しようとしているという論点が気になる。犬と猫の区別はAIに学習させることができて、今この缶が飛ばない理由を画像からとらえて、その改善策を教えることはAIでも簡単ではない。会話をしたり面白い画像をつくること以上に、人工物の設計を仕上げることはAIにも難しそう。

発行日：2025年12月25日

Copyright © 2025 Society for Science and Technology



This article is licensed under a Creative Commons [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International] license.

<https://doi.org/10.11425/sst.14.103>