

価値と人工物の設計

斉藤 了文 (Norifumi Saito)

関西大学 社会学部 教授

工学（設計科学）総合に関わる学問であり、理学（基礎科学）は分析を中心とする学問であるというイメージを少し解明することを目指す。

設計という知的営みは、科学の理論研究の単なる応用だとみなされることもあった。ただ、そうではないだろうと説明したい。

さて、たとえ、ニュートン力学で自然をすべて説明できるということはできても、現実の問題解決は容易ではない。それは、人間の限定合理性によりすべてが見通せないということもあるが、科学者と言えども、すべてを調べ尽くしていないということも大きい。ある種の鉄の線材がどの程度の引っ張り力に耐えられるかは、誤差を踏まえて調べられてきた。これは科学的な成果である。しかし、新しい製品、人工物には別種の鉄を使うかもしれず、アルミや新たに開発されたプラスチックを使うかもしれない。これらについては、同じ太さの線材であっても、実験を行っていないとどの程度の引っ張り強さに耐えられるかもわからない。この場合、法則が見つかるかどうかは二の次である。

機械を典型とする人工物は、そこで使用する線材の具体的実験結果がなければ作れないのである。現実介入する人工物を作るためには、自然の全てを説明する理論があるというのとは独立に、たとえローカルではあってもこの物質が、ある程度の時間「釘」として使えるという具体的実験結果が必要となる。

ここでのポイントは、何らかのソリューションが提示されないと、人工物は作れないということである。リチウムイオン電池の研究開発でも、いくつかの科学的成果を使い、科学的技術的示唆は手に入っても、それを実用化するのは容易でないということである。これは、科学で自然界の説明がすべて可能になる、という主張とは独立であり、現実はどういう知識が収集されているかといったこともかかわっている。

次に、工学、ものづくりにおける中心となる設計について少し見ていく。様々な制約条件の考慮ということが設計には関わってくる（畑村洋太郎は設計のマンドラという言い方で、制約条件と設計の関係を図示している）。

制約条件に関して、幾つかのコメントをしておく。例えば、畑村は狭義の制約条件として、機能、寸法、材質、加工法、保守、コスト、納期、安全性、信頼性などを挙げている。これらの条件をそれなりに満たさなければ、求める解である設計解を得ることはできない。納期も安全性も機能も欠くことはできない。もちろん、この中で納期を守ることが第一条件になることもある。コストが重視されることもある。

こう見てくると、これらの多様な制約条件は、設計者がどのポイントを重視するかということを示している。どれも無くすわけにはいかないポイントではあるが、技術者によってはそのどれかに特に注目して設計解を求めようとすることもある。

さて、どれを重視するかということは、どれに価値を置くかということである。ここに示された制約条件はいわば、何を重視して設計するかという観点、いわば設計者にとっての価値のそれぞれを表しているとも言える。

興味深いポイントは、この制約条件は、トレードオフが起こることも含んでいる、「価値」だということだ。

事例から始める。自動車の燃費を良くするために軽量化をしようとする。これが、今回の設計の肝である機能だとする。例えば、その解としてボディに2mmの厚さの鉄板を使っていたのを1mmの鉄板に変えるとする。いわばこれで求める設計解が見つかったはずである。しかし、すぐ分かるように、こうなるとボディが弱くなって、衝突安全性が満たせないように思える。(直感的に理解できる論点で議論している。本来は、シミュレーションなどで、材質や機構の変化に応じて様々なレベルで確認すべきものである。)

この場合、技術者は副作用にすぐに気づくので、安全性を落とさずに機能を満たす解を更に探っていこうとする。例えば、アルミ合金を使うと軽くなるが、さらに衝突安全性も満たすために、機構、構造を工夫することも行われる。こうすると、機能と安全性を満たした解が見つかることになるだろう。ただ、アルミを使うことによって、溶接が難しくなるとか、コストが上がるという副作用が更に見つかることになる。

このように、制約条件にはトレードオフの関係になる場合も多く、単純な仕方では設計解を見つけるのは難しい。単純な数学的最適化で、設計解を見つけることは実際上困難である。非常に限定された場合とか、既存の技術の蓄積が大きい問題領域に限れば、数学的最適化という仕方で解を求めることができることもある。しかし、考慮に値する制約条件、価値というものが非常に多様に存在するのである。この点が、設計における「総合」の観点をさらに示唆している。

更に付け加えると、この制約条件は社会的に広く拡大されることもある。それは、人工物は発注されたものであるということに関わる。つまり、設計者だけでなく、発注者がまたさらに消費者が人工物の価値の評価者になるということである。

これまで特に変わった論点を述べているわけでもないが、制約条件を価値とみなし、その相互にトレードオフがあると見なせるならば、人工物の設計の段階で単純な順序付けはできないことになる。価値の量といった仕方で設計を行うのではなく、価値同士のトレードオフ、副作用の考慮こそが設計の肝になるということである。また、設計によって具体的な自動車を作るということは、多様な価値を按配したうえで、これだけの大きさの人工物として実現しているということである。その中から、安全性の一部だけを取り上げて、軽自動車やバイクはすべて危ない、欠陥品だという指摘をすることはおかしいのである。(アメリカの第3次不法行為法リステイトメント参照)

さらに、実際に多様な自動車が走っている。究極の最適化があって、世の中に1種類の合理的な自動車が出来上がることはない、というのがちょっとした結論である。つまり、科学の合理性を具体化したような数学的世界になるというイメージには無理があるだろう。個々の家の設計者は異なり、それぞれの設計意図に従って建設される。掃除機でもカップ麺でも、設計者も設計意図も同じではありえない。いわば、多様な意図を持つものがあちこちにあるという意味でのアニミズムの世界に似てくるだろう。

本研究の一部は科研19K21619(代表者神崎宣治)による。