

研究ノート

図解：工学倫理

齊藤了文

Illustrated “Engineering Ethics”

Norifumi SAITO

Abstract

In chapter 1, I outline the concept of “Engineering Ethics mediated by artifacts”. In short, engineers make artifacts. And these objects produce effects on both human beings and society. In chapter 2, I describe the engineering design. The key point here is that the engineering design is oriented toward various values, including ethical value. While this may be considered trivial, some schematic diagrams designate non-trivial points. In chapter 3, I clarify the meaning of some diagrams while also pointing out a number of philosophical implications.

Keywords: artifacts, ethics, design, value, trade off

要 旨

工学倫理の基本的考え方を幾つかの図を使って提示しようとした。一つ目は、人工物に媒介された倫理というポイントである。二つ目は、設計に関わる価値という側面である。興味深いポイントは、工学の設計はもともと価値を扱うという点であり、さらにその価値同士の間にはトレードオフと言われる副作用が生じるということである。その価値の相互作用の下で、総合された解として、設計解が出来上がるといふ点である。単純に、安全や環境という価値を重視するとは言っても、他の制約条件、価値を無視できないというのが少し自明な結論である。さらに、以上の論点について哲学的なコメントを付け加えた。

キーワード：人工物、倫理、設計、価値、トレードオフ

はじめに

工学倫理の基礎に工学の哲学がある。つまり、ものづくりをする技術者の基本的な認識、行動を解明する必要がある。その上で人工物を作る技術者が他人を配慮するということがどういうことかという倫理的枠組みを解明する。なお本論では、単純な図、モデルを使って、哲学的倫理的枠組みを提示してみる。

工学倫理や技術者倫理は、2000年ごろアメリカから日本に導入された。そのときは、その学問分野の中では、技術者が専門職になるという枠組みの下で専門職の倫理ということが強調された。特に企業の従業員では、専門家と企業の組織人という立場の違いによって

倫理的行為の齟齬がみられるのが問題だった。その場合の技術者の生き方、仕事の仕方に焦点が当たっていた。

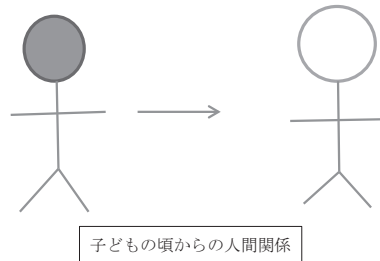
その由来はともかく、本論文では、より広く、またより現状に近く、技術者の実際の働き方に焦点を当てる。結果的には専門職（医者、弁護士のような）という論点は弱めるしかない。さらに、企業人という位置づけは、工場の現場でものづくりを指導する人を技術者の典型と見做しているが、現代では、製造だけでなく、設計やメンテナンスにも重点が置かれることになる。サービス化によって関係する人の幅が広がる。つまり、工場内での働き方というより、人工物が世間で使われる場面（これが設計やメンテナンスが大きく影響する場面となる）において、技術者が他人を配慮するということはどういうことを考えていくことになる。

以下、第1章では技術者の配慮すべき人間関係、社会の状況を理解するための枠組みを図示する。私の言葉では、「人工物に媒介された倫理」である。第2章では、技術者の知的営為として設計ということがどういうものであるかを価値の側面から図示していこうとする。第3章では、技術者の行為のあり方と、その責任をまとめ、更にこのような図示の根拠と、そこから見えてくる展望を提示することにする。全体として、倫理に定位した、技術者特有の行動の分析となっている。

第1章 人工物に媒介された世界

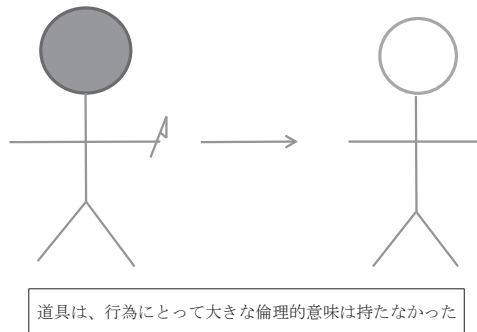
〈子どもの頃からの人間関係〉

倫理は人間関係の学問である。そして、小さなころから、友達との関係、親との関係、他人との関係などについて、「うそをつくな」とか「盗むな」といったことを学んできている。人間関係では他人とぶつかる（身体的にも社会的にも）ことがある。そして、このような倫理関係で重要なのは、意図的行為である。わざと足をかけて人を転ばしてはいけないということが問題になる。大人になるまでに、人間関係において何をすれば問題なのか分かってきて、意図的に他人を傷つけることは、倫理的に悪いことだということを理解することになる。



図表 1-①

人間しかない社会（もう少し厳密に言えば、人工物などがあまり大きな影響を与えない社会）では、意図的に他人に迷惑をかける行為、他人を傷つける行為が問題であり、そこに「人工物」が関与していても、特に大きな意味はない。ナイフを持っていても、石を持っていても、素手でも相手を傷つけることは悪いことである。もちろん、相手に負わせるけがの程度は変わってくるにしても。



図表 1-②

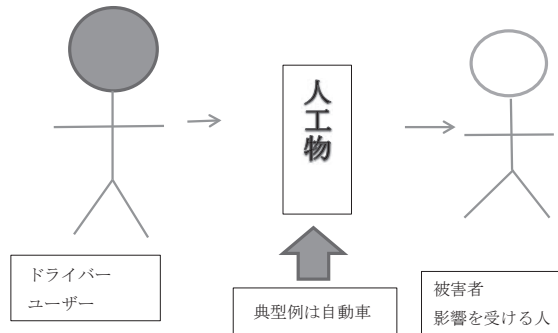
人間しかない社会、もしくは人工物が特に倫理的な影響力を及ぼさない社会においては、子どもの頃からの倫理が機能する、と述べてきた。

それに対して、複雑な人工物例えば、自動車を使うようになった時代は問題が変わってくる。この場合、人工物が倫理的行為に大きな意味を持つことが生じる。

例えば、高齢ドライバーがちょっとしたミスで道路を歩いていた子供に大けがをさせることがある。ドライバーは歩行者を轢こうと意図してはいない。意図していたら、殺人罪も成立する。ただ、そのような事故は稀である。ドライバーはちょっとわき見をしていた（行為としてはよくある行為であり、些細な行為である）ために、他人を傷つけるという酷い結果を生じたのである。

道具はその使用者のコントロールの下にある、とするならば、人間だけが行為者としてこの社会に存在し、その行為が他人にケガを負わせるなら、その責任を取るのはその人である。しかし、自動車を運転する場合に、私の体の延長という視点で問題をとらえていいか、という疑問が生じてくる。

人工物に媒介された世界



図表1-③

つまり、複雑な人工物は、実際上行為者（人工物の使用者）のコントロールの下にあるのではない。もちろん、それを作った技術者のコントロールの下にあるでもない。スマホは私にとっては手の付けられないほど複雑な人工物だが、そのプログラムを書いた人であっても、その使い方に習熟しているわけでもない。ゲーマーはプログラマーよりゲームがうまい。さらにハッキングされてさらにひどい問題が生じるということまでも、プログラマーが完全に予測することはできないだろう。

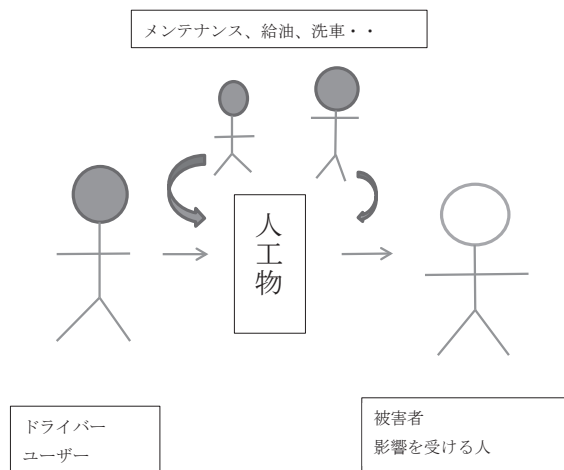
一般に、割と単純な人工物でもその使い方は多様である。設計者の予定した機能を超えた使い方をされることも稀ではない。包丁が殺人に使われることは時にある。また、食器なども夫婦げんかの時に投げつけられることもある。より深刻な事例は、京都アニメーションのテロや貿易センタービルのテロなどである。可燃物が大量殺傷に使われることを予め予想して、そのような問題に完全に対処できる建物を設計することはまずできない。

〈過失〉

意図して道具を使う場合には、ユーザはその道具をコントロールしているはずである。しかし、過失（自動車運転をここでは考えている）は、ユーザがコントロールできずに生じたのである。例えば、太陽が雲の切れ間から顔を出して、そのまぶしさでハンドル操作

を誤ったのかもしれない。もちろん、自動車の整備が悪かったのかもしれない。また、特殊な場合にブレーキの効き方がおかしくなっていたのかもしれない。介入してくるのは、自然現象（太陽光）にとどまらず、メンテナンスする人、信号の設置位置を決めた人、その施工をした人など、多数で多様な人がありうる。しかも、それらの要因は輻輳する。すると、「この自動車」が悪かったから事故が起こったのだと言いたくなる状況も生じてくる。様々な要因に彩られたこの自動車に責任を負わせるような言い方は、自由な決断をする人間に責任を負わせるのと、同じではないが、ある種の「もの」や「ひと」というまとまりに向けられた言い方になっている。

人工物は、物理的にもそして社会的にも独立に存在している。自然物である小石に躓いて転ぶのと同様、設計された人工物（段差）に躓いて転ぶことも生じる。段差に落ち葉が積もり更に雨が降ったのかもしれない。さらに落ち葉を掃き集めた人がいたことにも由来して、私が転んでしまった、というシナリオも考えられる。



図表 1-④

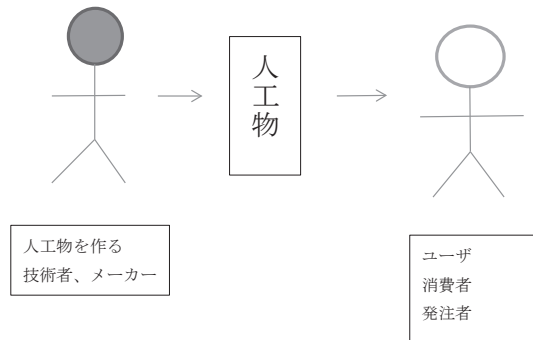
こうして、複雑な人工物は、ひとまとまりにされてなんとなく倫理的な問題を生じる存在者だとみなされることにもなる。もしくは、人工物と名付けられるだけにそれを作った人、設計した人の意図を強調したくなる¹⁾。

1) 原発とかプラントぐらいの大きさの人工物は、それを動かす人々も多く必要となり、人工物に対する関わり方も単純でないために、それを運営する組織、会社などが注目されることにもなる。

このような仕方では人工物が倫理的に意味のあるものと見なされる状態が出来る。

単純な人工物の場合には、人間の拡張という言い方で人間のコントロールの範囲が広がったように考えてしまう²⁾。テレビや電話もその枠組みで理解できるように思ってしまう。しかし、複雑な人工物はもともとある種の自律性を持っている。単純に人間がコントロールできないものとなっている。人間は人工物とともに暮らしている。そして、システムであることによる影響は理解されない。もしくは、理解されなくても使えるようになるように工夫されている³⁾。さもないと、多様で高度な技術が統合された人工物を、あらゆる専門知に通暁しているわけでもない普通の人間は使えない。

技術者は、人工物を媒介にして他人に影響を与える



図表1-⑤

〈製造物責任法〉

ところで、人工物が問題だとすれば、その人工物を作った人の責任を考えることは一つの分かりやすい方向だ。製造物責任法は人工物の欠陥について、メーカーの責任を求めるものとなっている。もっとも、人工物とはいえ、その使い方、使用条件などを契約条件として他の「企業」に課すことはできても、普通に考えてメーカーが個別的な「消費者」のすべてをコントロールできるわけではない。そして、人工物の事故をメーカーの責任として、メーカーの意図的行為の一部として規制しようという法律が製造物責任法になっている。こうなると複雑な現実を責任の面で単純化して、消費者という「弱い」被害者に対す

2) ちなみに、カントは、Ich denkeが私のあらゆる表象に付き従う、ということ saying it. すべてが自己意識のもとにあれば、私が自分の行った行動に対するすべての責任を負っても構わないだろう。

3) 大規模なソフトウェアはそのプログラムの大部分がHI（ヒューマン・インターフェイス）やMMI（マン・マシン・インターフェイス）を書くのに使われている。

る賠償がうまくおこなえるしくみが製造物責任法だとみなせる⁴⁾。

昔から人間は同じであった、そして人間関係は同じであったと言われる。しかし、消費者と企業のような法人では責任関係でも区別される。法人同士では商人同士の契約関係だと法的には規定される。そして消費者法は、消費者のミスに寛容な法と規定される。そして、実際人工物が作られて、しかも複雑な人工物が作られるようになって、直面した人と人との関係だけに焦点を合わせて済むわけにもいかなかった。

〈倫理的影響関係〉

このポイントは、人工物に着目した、人工物に媒介された倫理へと展開される。この論点は、人工物が物理的、社会的個体であることと結びついて、直接の発注者を超えた人々（消費者、ユーザ）への倫理的影響へと広がった。

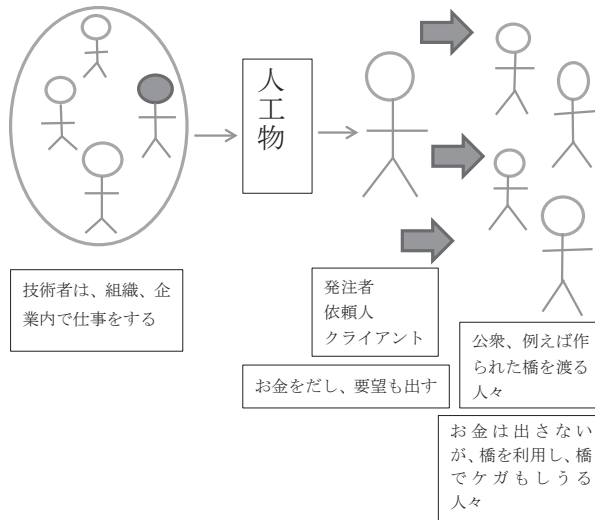
まず注目すべき点は、ものづくり（実際は設計そのもの）は、一人ではできないということである。陶芸家や彫刻家のような芸術家を、典型的な人工物の作り手とみなすことはできない。設計者と製造者が同じでないのは普通のことであり、自動車のエンジンの設計者とボディの設計者は同じではありえない。

ここから帰結する単純な結論は人工物の設計より一般的なものづくりは、設計意図があるとは言っても、誰か一人の意図が実現されているとは、単純に言えないということだ。改造された自動車、メンテナンスを続けてきた飛行機という人工物、さらには、他社で作られた部品を使った人工物は、当然一人の意図を具体化したものとは理解できない。（自分の身体を動かすというのとは、よほど違っている。）現代社会での人工物は、設計意図の輻輳がまず基本にある。

さて、ものづくりは一人ではできないというポイントで、組織や企業に関わり、ものづくり企業に技術者が雇用される（企業内技術者）ことの問題が意識されることになった。つまり、発注者が内化されることによって、業務命令と技術者の矜持がぶつかる問題も生じることとなった。

4) 被害者に対する補償の実務的な枠組みとしてはなかなか合理的である。ただ、このようなルールは、意図的行為という倫理的基本概念に対して理論的に深刻な副作用を生じうる。詳しくは、拙著『事故の哲学』講談社選書メチエ（2019）を参照。

作られた人工物を中心とする、一つの全体像



図表1-⑥

ただ、図表1-⑥では、さらに別の問題が示されている。

この図では、人工物の左に人が一人（判断して行動する個人）いるのではなく、組織として意思決定している図になっている。そして、その組織の内部では、業務命令に基づく上下関係もあり、事業部同士の競争とお互い同士の対立と無関心、また営業、研究、工場などの部門間の立場の違いや利害関係も存在する。（技術者倫理の枠組みでは、このようなポイントがよく取りあげられている。）

サービスを中心とする商売などのサービス業では、「お客様、依頼人」に代表される契約相手に対する配慮が基本であった。それに対して、ものづくりでは依頼人の後ろに「公衆」が控えている。これがもう一つ重要なポイントである。

よく回る大きな回転ドアを、ある会社がメーカーに発注したとする。メーカーはその要求に従って、回転ドアを作る。しかし、回転ドアのユーザは発注した会社の社員に限られず、一般の人にも更には子供も使うかもしれない。そして、場合によっては事故も起こる。これが、依頼者、発注者の後ろにいる公衆である。公衆は、人工物に対してお金を払うわけでもないが、場合によっては人工物で利益を得たり、被害を受ける人にもなる。

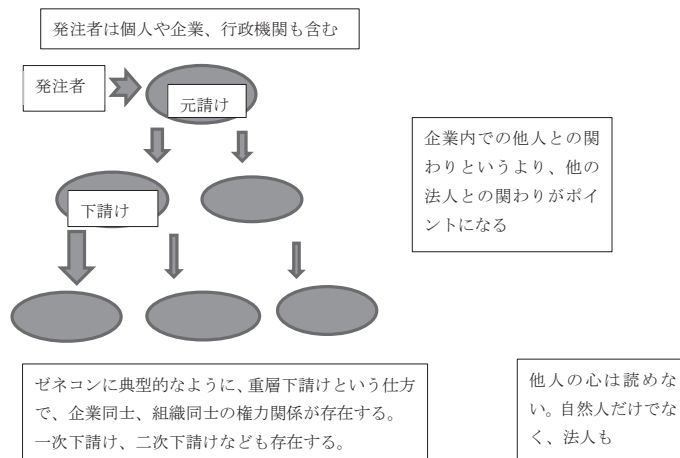
テレビでも自動車でも買った人だけが使うわけでもない。人工物を通じて受ける影響は、発注者を超えていくのが通常である。古い人工物、例えばピラミッドでは、作った人は現存していないが、ピラミッドの石が崩れて下を歩く人がケガをすることがあるだろう。公衆

の配慮は重要だが、技術者にすべてを負わせるべき責任ということにはならないだろう。

さらに、ここでは詳論できないが、産業の内部で分化が起こり、それぞれの企業が独自のものづくり、サービスを行うことになった。それによって、組織内の業務命令にどう対応するかという倫理的問題設定から、仕事の受注に関する下請けと元請けとの権力関係も大きな問題となってくる。さらに、下請けが納品する部品がサイレント・チェンジ⁵⁾を起こすことが生じるといったことも起こっている。ここでは、他者、他の法人、いわば他人をコントロールできないことに基づく問題が生じてきている。

逆に、コントロールが強すぎると下請けいじめのように、優越的地位の乱用といった問題も生じうる。そして、元請けに対してもそれよりも強い権力を持つ発注者（行政機関が一つの典型となる）がいると、「請け負け」ということが生じ、場合によっては官製談合が生じるともいわれている。

このような問題は技術者個人では対応しきれないほど上位の階層にある組織間の関係（社会システム）である。対処はできなくても、状況を理解しておかないと、個人的倫理観が優れている技術者でも、大きな責任問題に巻き込まれることもある。



図表 1-⑦

〈新たな倫理〉

基本の人間関係が同じなら、倫理規範も古来からの因習を踏襲することで大きな過ちは

5) 拙著『事故の哲学』講談社選書メチエ p.103 (2019) でも取り上げた。

ない。もちろん古くからの因習でも、本当に多くの人々が使ってきたルールなので、それなりに大きな問題はなかったのであろう。ただし、SNSによる人間関係がでてきたりするとそれなりに変更を生じなければならないことも生じてくる。

本論文で論じるのは、SNSといった新たな情報化した人間関係の時代より以前に、自動車といった複雑な人工物ができてきた時代から、新たな人間関係を認める必要が生じてきたということである。そして、現代の社会には、消費者を典型とする市民以外に、物作りをする技術者を典型とする市民も多く暮らしているのである。この技術者の位置づけを行うことにこの小論では焦点を当てている。

第2章 設計の考え方

〈設計：多様な要求の調整〉

技術者は他の職業の人々と対比すると、設計を行うということにその特徴がある。(もちろん、製造やメンテナンスも行っている。)

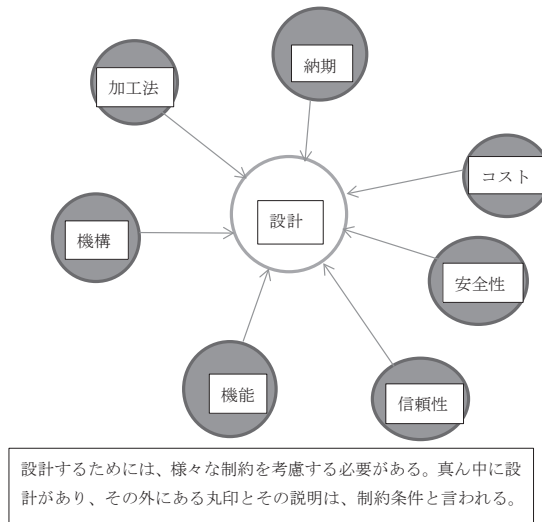
設計は総合であり、科学は分析であると言われることがある。この点を設計意図と、価値という観点から明らかにしていく。そのとき、人工物のユーザの観点もまた重要になってくる。

設計は科学の営みが「分析」と称せられるのと比べて、「総合」という言い方がされる。総合には、部品を組み合わせて、全体としてのシステムを作るといような意味がある。それを踏まえたくて、ここでは「要求」という価値の実現という観点から総合という営みを見て行くことにする。

設計は様々な要求を実現するものだと見なせる。(科学的知識の実体化という言い方もあるが、そこまで科学知に独自の影響力を与える見方は、しない。)設計の制約条件を挙げてみよう。そして、畑村洋太郎のマンダラ図⁶⁾にヒントを得て、図示することにする。この図を通じて設計の3つの特徴が明らかになる。

6) 畑村洋太郎『岩浪講座現代工学の基礎 設計の方法論』(2000) ちなみにウイトルーウィウス(紀元前一世紀、ローマの建築家)は、建築に関して3つのポイントつまり、強さと用と美の理が保たれるべきだと主張している。「強さの理は、基礎が堅固な地盤まで掘り下げられ、材料の中から惜しげなく十分な量が注意深く選ばれている場合に保たれ、用の理は、場が欠陥なく使用上支障なく配置され、その場がそれぞれの種類に応じて方位に叶い工合よく配分されている場合に保たれ、美の理は、実に、建物の外観が好ましく優雅であり、かつ肢体の寸法関係が正しいシュメトリアの理論をもっている場合に保たれるであろう。」p.15『ウイトルーウィウス建築書』東海大学出版会(1979) 拙論での表現を使うと、三種類の制約条件間の按配の問題であり、それぞれの種類ごとに、更に細かな制約条件同士の按配が必要であることを示している。

設計の制約条件



図表 2-①

真ん中にあるのが、求めるべき設計である。これを実現するための、制約条件をその周りに描く。

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という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。多様な制約条件をどう按配するかが設計の第一のポイントである。畑村のマンドラ図は、設計に多数の制約条件が関わることを表現している。（ちなみに、畑村の広義の制約条件は、社会情勢、ブランド、ニーズ、特許など社会的条件を提示している。）

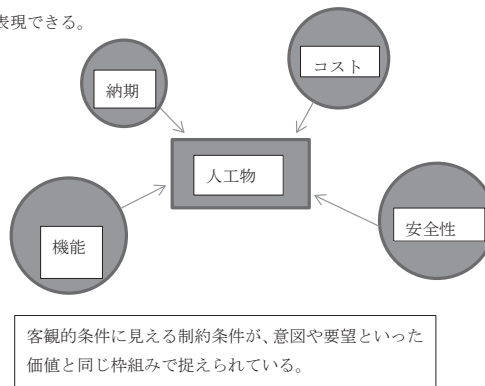
こう見てくると、これらの多様な制約条件は、設計者がどのポイントを重視するかということを示している。どれも無くすわけにはいかないポイントではあるが、技術者によってはそのどれかに特に注目して設計解を求めようとすることもある。ただ、どれかに注目することはありえても、どれかの制約条件「だけ」を取り上げても設計解は出てこない。環境が大事だからと言って何らかの剛性を持たなければ、机としては成り立たない。この点を畑村のマンドラ図も表現しているように見える。

〈価値〉

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⁷⁾。価値を扱うということが、設計の第二のポイントとなる。

制約条件の按配という意味で設計者は価値を扱っている。(設計者にとっての価値にはとどまらず、人工物は消費者(本来は発注者)にとっての価値でもあるという論点をめぐっては以下さらに例示する。)いわば、自然の真理を発見しようとする科学の営みとはもともと違うのが、設計という工学の営みなのである。科学は真理という一つの価値を目指すという意味で、政治的価値や個人的好みから独立した客観的なものを求める営みだと言えるかもしれない。それに対して、設計というのは政治や個人的趣味を含めた価値の按配を通じて、現実に通用する解を見つけようとする営みなのである。

制約条件は、要求仕様とも表現できる。



図表 2-②

7) 功利主義は最大多数の最大幸福を目指すといわれる。この幸福が、快楽が多くて苦痛が少ないことだとすると、いろいろ問題が出る。そのため、現代では、選好充足 preference satisfaction が幸福だという考え方が主流になっている。つまり理想やこだわりも含めて、譲れない選好の充足が幸福だとされている。こうなると、最大多数の最大幸福は「関係者全員の選好が最大限充足するような仕方で行為せよ」と表現されることになる。(この説明は、『動物からの倫理学入門』伊勢田哲治 p.23 名古屋大学出版会 2008による。)

設計における制約条件は、よい設計をするための選好だともみなせる。そして、制約条件は差し当たりある設計者にとっての選好であり、価値だともみなせる。(この制約条件がどの程度重要かは、消費者では変わるし、別の立場に立つ経営者でも変わる。)ただ、設計にとっての満たすべき価値とはいえる。注意すべきことはある線材が1Nの力に耐えるという事実問題に由来する条件(物理的制約条件には、許される幅がある。例えば、すわっても壊れない椅子の座部の厚み、材質は、多様な幅がある)も、この選好、価値の一つにはなる。

人工物を作る場面での、最大多数の最大幸福(よい設計解を見つけること)は、多くの与えられた制約条件をどの程度うまく充足するかに関わっている。物理的条件、発注者の要求、設計者の技術的鋭さの発揮などの制約条件は、その意味で選好であり、価値だともみなせる。(すぐ後に述べるように、この価値同士の間トレードオフがあるという論点がまた重要になる。)

自宅を建設するときの設計では、陽当たりのいい縁側が欲しいとか、キッチンが広めの方がいいといった発注者にとっての制約条件、要求機能が提示される。技術者も建築基準法による制約とか、構造上のポイントといった制約を提示して、発注者の要望がどの程度実現されるかを按配し、すり合わせを行うことになる。

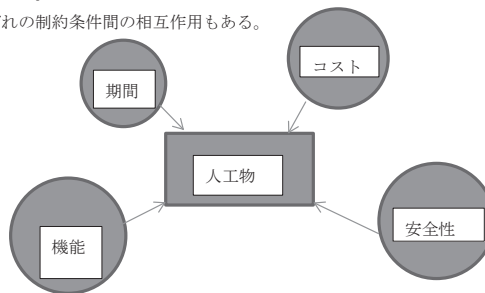
〈トレードオフ〉

設計における第三のポイントは、これらの制約条件は、トレードオフの関係にあるものが多いということである。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の鉄板に2mmの厚さの物を使っていたのを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みたくするために、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（トイ・プロブレム）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、

外にある丸は、人工物の評価基準だと見なすこともできる。重要さの度合いを仮に円の大き
さで表す。もちろん、その面積の和でいい設計かどうかが決まるわけではない。
トレードオフがある。
つまり、それぞれの制約条件間の相互作用もある。



図表 2-③

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、設計における価値をめぐる「総合」の難しさを示している。

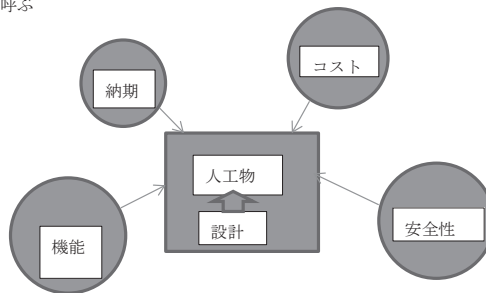
以上が、設計と価値に関する一般論である。以下、それにかかわるいくつかの論点をより詳細に取り上げることにする。

〈設計と人工物〉

ちなみに、設計が真ん中にある図と、人工物が真ん中にある図を混在させている。人工物を真ん中に据えることによって、製造時の問題（ここにはコストや効率なども含まれる）を何らかの仕方で解決したものを取り上げることになる。我々の目の前にあるものは、人工物であり、それを作るための基本となる考え方が設計と見なせる。

基本的に、製造された人工物は、工場で作られる。（現場で作られる建設物、土木構造物では、製造、施工が大きな意味を持ち、設計者も監理者としての位置づけが大きくなる。）その場合、うまく品質管理が行われているかとか、労働管理、衛生管理が適切に行われているかによって出来上がった人工物が設計で想定したものとは違ってくる。その意味で製造という条件は人工物にとって必須である。（ソフトはコピーが容易なため、製造という面が弱くなる。）

設計されたものを人工物と呼ぶ



図表 2-④

ただ、それらの条件も人工物、さらには設計に関する様々な価値の一部だとしておく。それらを含めた図を描いている。

もちろん、消費者にとっては、何が価値であるか、何を重視して商品を選ぶかは変わってくる。工場での努力が大きいかどうかは、単純には消費者の選択に影響するわけでもない。設計の場面ではメーカーや技術者の視点で制約条件が取り上げられるが、人工物になった段階で、そこで取り上げられた制約条件が変貌し、さらに別の制約条件も付け加わる

ことになる。これが、消費者やユーザの視点での人工物の評価となる。

以下、設計と制約条件とのかかわりをいくつかの視点に分けてみていくことにする。

〈トレードオフの帰結〉

制約条件は、価値であり、そのそれぞれの間にはトレードオフがありうるという論点は、いくつかの興味深い帰結を含んでいる。

さて、経済学では、すべての価値をお金に換算できるとしている。そうかもしれない。

しかし、問題はそのような換算が実際上難しいために、制約条件や多様な価値をそのまま取り上げたほうが判断がやりやすいということにある⁸⁾。

ただ、以前にも触れたように、問題はそれぞれの制約条件の間には、トレードオフがあることである。単純な足し算で、設計の全体や人工物の全体の価値が決まるわけではない。パレート最適を主張することは困難である。例えば、製品を作る場合にコストを強調することによって、品質に問題が生じるということはよく言われている。

そして、すべての制約を完全に満たすことはできない。その意味での資源の制約（コスト、時間、現段階で使える技術など）が常にある。そして、制約条件の間に相互作用が生じるということは、価値と見なされた制約条件の間の順番を単純に決めることは難しい⁹⁾ということを示している。この場合には高貴な価値の下に、すべてが秩序づけられる、という表現はできない。

自然や世界は価値の秩序に従って整序されていると思う人があっても、人工物の設計においては当然既存の価値の序列に従うだけでは意味のある人工物が作れるとは限らない。

包丁は野菜を切るためにまず切れ味という機能が優先される。安全性、研ぎやすさ（メンテナンス）、美しさはまたそれなりに優先される価値になることがある。美を最高の価値と位置付ける人はもちろんいるかもしれないが。

一つ例を挙げて考えよう。

福島原発の事故において、原子炉に注水する必要があったが、外部電源が使えなかったためにそれが出来なかった。

この場面だけに対応する設計を考えてみる。それは、揚水発電による蓄電である。原発

8) 行動経済学は、ナッジという仕方で人間の限定合理性を表現し、数学的というより心理的な仕方で人間の経済行動を分析している。

9) 試験の成績のように、100点満点の完全へと向かう価値の秩序があるというよりは、ジャンケンのような三すくみの関係が多様に絡み合う価値の世界となるだろう。

は、常に同じ量の発電をすることが効率的なため、夜間は電力が余ることがありこの電力を使って水をダムの上部に汲み上げる。暑い夏のように昼間電気が必要になったら、ダムの水を流して発電するという仕方で電気を貯めるのがこの発電方式である。ある意味、原発の発電方式とマッチした蓄電方式である。通常の蓄電、発電とは別に、これを外部電源がなくなった時（大震災時）に使うとすると、高所にある水源の落下エネルギーを利用するので、外部電源も自家発電も機能しない停電時にも使えそうである。

こういう場面での設計においても、考慮すべき制約として、停電時に揚水発電機を動かすスイッチが入るかとか、原発の裏山に水力発電所を作るだけの場所があるかとか、大地震でがけ崩れが起こって水力発電所が機能しなくなるのではないかと、といったことなども考えておく必要がある。

ある機能を発揮させる代替案はすぐに思いつくかもしれないが、それを全体として動くシステムに作り上げること（本来の意味で設計すること）には様々な考慮が必要になる。

もう一つ、別の例を挙げる。

それはゼロ戦の開発に関わる¹⁰⁾。

ゼロ戦は海軍から三菱に発注があった。そこでの機能要件は、航続力2000キロ以上、スピード500キロ以上、戦闘能力として20ミリ機銃などを装備、といったものである。自動車を考えればわかるように、スピードの出る車は、燃費が良くない。こういう相反する条件を満たした設計を求められた。

堀越二郎を中心とした設計チームは、これらの条件を満たしたゼロ戦を設計した。第二次大戦初期にこれだけの性能を持つ戦闘機はなかったので、最初のころは華々しい戦果をあげた。

900馬力程度のエンジンを使ってこれだけの機能を持つ戦闘機を設計したのは確かにすごい。ただ、制約条件にはもともとトレードオフがあり、これだけの機能を実現するために安全率を下げ、軽量化を極端に進め、空気抵抗を減らす設計が行われた。軽量化に由来する機体の強度に関しては空中分解しないように、強度計算も十分に行われたはずである。軽量化は、強度が弱くなる原因ともなるからである。そして、ある時不時着したゼロ戦が1機アメリカ軍の手に渡り、リバースエンジニアリングが行われる。そして、ゼロ戦対策が行われる。

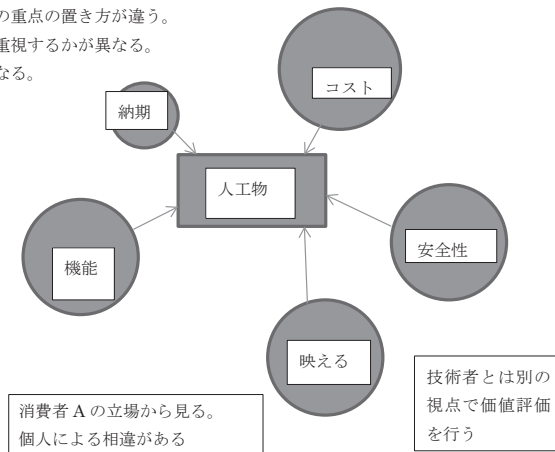
10) 杉田親美『三菱海軍戦闘機設計の真実』国書刊行会（2019）堀越二郎『零戦 その誕生と栄光の記録』角川文庫（1970、初版）などを参照

戦闘機同士は一騎打ちで戦うことが多かったが、ゼロ戦は小回りも効き、大きな機銃を持っていて、格闘戦性能は優れていた。ただ、ゼロ戦は軽量化のために機体全体の強度が弱くなっていて、急降下速度が制限されていた。その弱点が発見され、その後アメリカ空軍は、ゼロ戦を発見すると上昇して急降下しつつゼロ戦を銃撃する。そして、さらに急降下して逃げていく。そのスピードにゼロ戦は追いつくことができず、撃墜されることが増加したということである。また、ゼロ戦はパイロットの背もたれを防弾にすることも（軽量化を求めたので）できず、訓練されたパイロットを次々と失ってしまった。第二次大戦初期には機能的優位を示していたゼロ戦も、その後その強みを発揮できなくなっていった。

何はともあれ、制約条件にはトレードオフがあり、どこかにしわ寄せがきてしまう。戦時中はその弱みが見つけられると、その弱みが致命的になってしまう。

〈消費者の視点〉

消費者にとっては、価値の重点の置き方が違う。
お菓子と、家電では何を重視するかが異なる。
人により、重みづけが異なる。



図表 2-⑤

さて、技術的に新たな機能を発揮する家電があれば、それは以前のものと比べて価値が上がる。

他社にない技術とか、手に入れにくい材料を使っていれば、それが消費者受けすればその人工物は価値が高くなる。特許がとれると独占できるからである。もちろん、それを消費者購買者がどう評価するかは別の問題となる。ビデオの様々な録画機能は、それなりに高い技術によって実現されているにしても、その機能に価値を求める人がいるか、どうで

もいい機能かは人によるし、状況によるし場合による。いらぬ余分な機能があると、使いにくなる。特許を取った技術であっても、誰も必要としない。

機能の向上を通じて、新しい技術の導入を通じて思わぬトレードオフが生じることが多い。高度な技術を使ってコストが上がり、トラブルが生じるということも起こりうる。

メーカーはある種の価値評価をもって製品を設計する。それに対して、それを買う消費者は、同じような価値評価をするかどうかはわからない。重視する点が違っていることはあり、さらにメーカーの設計意図を完全に理解していることはあり得ないからである。人工物に実体化された価値は、総合的であるだけでなく、物理的に実現されている¹¹⁾ということもあり、単純には理解できない。

コンパクトカメラを買いだめとする。値段も見ると、かっこいいとか、機能としてズーム能力に焦点を当て、どのメーカーのものか¹²⁾ということも注目する。高倍率ズームが魅力的だと思っても、ズーム能力の大きいカメラは割とかさばる。すると、通常使っているスリムなバッグには入りにくい。ただ、かさばるのは、単四電池を使っているためであって、利用時のコストはリチウムイオン電池よりも安くなるかもしれない。持ち運びよりもカメラの維持コストに注目すると、カメラを持っていく時に鞆の方を変更すれば問題はなくなるかもしれない。

設計時の制約条件とは違うが、ユーザにおける様々な制約条件の下で、どのカメラを選ぶかが決まってくる。カメラを選ぶための幾つかの制約条件はどれもそれなりに重要であって、値段ですべてを決するものではない。必要な機能がなければ、当然買わないという選択肢も出てくる。しかも、目の前のカメラの選択において、もともと所有していたバッグが何であるか、ということも関与する。このような副作用を考慮したうえで、目の前のカメラの全体としての価値（購買者としての私にとっての価値）が決まってくる。これは、

11) ものであるために、多様な解釈に開かれている。言葉なら、まだ一義的な解釈も可能かもしれないが、ものとして存在している。椅子でも、座るため、荷物を置くため、またプロレスなどでは投げつけるために使うことができる。一般にリバース・エンジニアリングは行われるが、専門家であっても設計意図の全てを理解するのは、困難である。

12) 基本のモデルがなければ、何を作るかは難しい。多様な制約が与えられるというだけなら、自由度が増すだけに、何が問題かははっきりしない。既存の製品は、一つのソリューションとして、総合され、まとまっているだけに、非常に役立つ。

食品でも、ハンバーグとかケーキとかいうように、ある程度の枠組みが与えられればここで、材料や焼き方など工夫することは多い。一流料理店での修業も枠組みの理解には役立つ。結果的においしくなければ、消費者が受け入れるものとはならない。

この基本の型としてブランドがある。個別的な人工物の設計思想というよりは、メーカー、企業と結びついた設計思想のパターンがブランドである。メーカーは、その企業だけが使える、もしくはその企業が使いやすい要素技術を使って設計、製造を行う。それによってその企業らしさが生まれてくる。

当然、私の場合、あなたの場合それぞれで変わってくる。そして、このような考慮をある程度行って、目の前のカメラを私が買うかどうかを決定することになる。

〈経営者と技術者〉

制約の一部分は経営者が提示する。残りの提示や全体の調整の多くは技術者が行う。（経営者も全体調節をすることがある。）iPadのような優れた製品を作れという命令を細かな仕様を含めて経営者が出すのは難しい。スティーブ・ジョブズはそれをやってきたとも言えるが、一般的な製品開発に経営者がある程度以上コミットすることは難しい。

経営者は試作を提案することまでは、やらないかもしれない。しかし、少なくとも試作品をチェックできなければならない。最終的に販売するかどうかを決定する人だからだ。食品では社長が試食した後でそれを販売するかどうかを決めることもある。また、家電製品などでも、社長のめがねにかなうかどうかで、販売を決める会社もある。もちろん、このような決定は、技術者が主導しても、経営者が主導しても、消費者にどの程度受け入れられるかは予め分からない。技術も持ち、商品知識も持っている有名な食品メーカーでも毎回ヒットする商品が出せるわけでもない。（時折、安売りスーパーなどで、お菓子やラーメンが山積みになって特売されている。）

〈イノベーション〉

制約条件に挙げられている問題を、一つの人工物で解決しようとする。それまでの問題を技術力を上げたり、性能を上げることを通じて漸進的に解決することはよく行われている。ただ、それとは別の新たなやり方で同じ課題を解決する方法が見つかることもある。製品のイノベーションはそういう時に生じる。

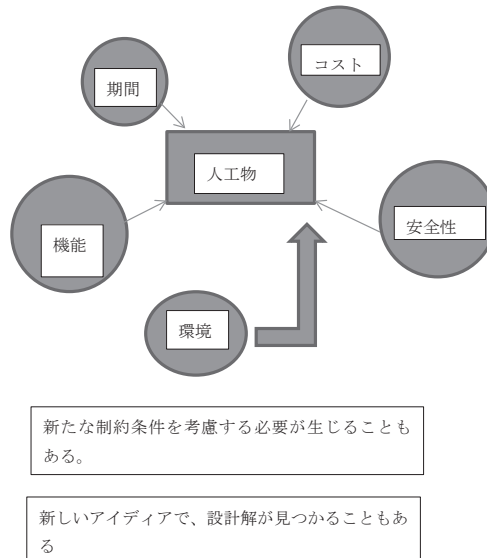
ダイソンの羽のない扇風機とか、iRobot社のルンバという掃除機は、特徴的な事例となる。橋を例に挙げよう¹³⁾。

明石海峡大橋は、世界最大級のつり橋である。つり橋によって長大橋は作れるが（水門に架かるコンクリート橋は頑丈ではあっても、長くなると自重で崩壊する）風による揺れが大きな問題となる。このため補剛桁をどのようなものにするかが問題になった。古くからトラス形式の補剛桁は使われていた。ただ、新たに箱型と言われる形式の補剛桁が開発された。実験的にはどちらの形式をとってもつり橋としての性能は得られることは分かっ

13)『世界最大橋に挑む』古屋信明 NTT 出版（1995）参照

た。ただ、最終的に本州四国連絡橋公団が決断したのは、トラス形式だった。いわば科学的な実証の段階ではどちらもありだったが、何か見落としがあるかもしれないと考えて、実績のあるトラス形式にしたと言われている。

新しい状況



図表2-⑥

新たなものを作るということは、安全性が大きな意味を持つ場合には特に保守的な判断をすることになる。実は、ロケットなども、最新の技術を使うというよりは、信頼のおける技術を使っている。複雑性が効く場合の判断として興味深い。新たな制約条件の下でのものづくりは容易ではない¹⁴⁾。

また、自動運転車に見られるように、制約条件が全く変わってしまうことも生じる。燃費を上げるという事例では、制約条件間の調整や按配と表現される仕方での対応が行われる。この場合、「価値」としての制約条件そのものが変更されるというよりも、それらの間の調整が行われる。それに対して、自動運転車では、制約条件つまり別の価値が設定され、それらの間での按配が行われる。

この場合には例えば、自動運転時の事故の責任をだれが負うべきかということが問題に

14) 世界最初のジェット旅客機であるコメット（デハビラント社製）も、機内の圧力を高めることによる機体の疲労破壊という新たな問題のために空中分解が生じた。イギリスが航空機産業の中心になるはずだったが、この事故によってアメリカに先を越されることになってしまった。

なる。（ドライバーがいる場合には、特に問題にならなかった制約条件である。）

このように取り上げるべき制約条件が変更を強いられる場合には、新たな法律の制定を行って、それに基づいた人工物の使い方が行われることになる。新しい人工物を社会の中で使おうとすると、大局的な視点を持った多くの人々の議論を通じて、立法的な立場で制約条件の枠組みの変更を行うしかないであろう。この場合には、技術者の総合判断には任せられないことも生じるであろう。ただ、枠組みが出来上がった後での按配には、技術者の設計行為は大きく貢献するはずである。

〈最後に〉

どういう知識、価値が使われているかを理解することには意味があるだろう。しかし、問題はその価値の間の副作用、トレードオフの存在である。

個別の因果関係の明示化があっても、つまり様々な科学法則が分かっても、それぞれの相互作用がどうなるかはなかなか明示化できない。そして、時と場合による。

大局観を持つとか、多様な経験をへると多くの相互関係に気づいて、多様な課題に対処できるので、いいのはわかる。ただ、それは非常に難しい。もともと、人間は限定合理的だからである。そして、現在存在しない価値を重視した設計が必要になることもある。実は、自動車の安全（二次衝突の問題）も1950年代のアメリカではまだ重要な意味を認められていなかった。環境問題も、一昔前まではそれほど重視されていなかった。すると、今後どういう価値が重視されるかは予想できない。にもかかわらず、それを予想したうえで、新たな人工物を作ることはほとんど不可能だろう。

かといって、個人としての技術者だけでなく、メーカーという組織にそれを求めるのもなかなか厳しい。組織は多くの人を統率するために、多様な知識を処理することができる。しかし、組織内での取引費用が、人数も多くなると、多くかかる。それは、情報処理の時間やコストなどの面で無理が生じるということの意味している。

既存の人工物に変更を加えることも容易ではない。長期間使用する橋などの人工物は、個人が補修し続けることは難しい。メンテナンス技術を維持するためには、企業の維持そのものが必要となるかもしれない。工学、さらには人工物に関わる知識の維持は、単純にデータベースでは足りないだろう。これまで概観した設計の知識はその点を示している。

第3章 背景と帰結

今までの論点を少し整理し、技術者が人工物に媒介された倫理に関わることの難しさをまとめておく。そして、IoTの時代、サービス化の時代には、技術者は社内、工場内での問題よりも、世間の人、消費者やユーザへの配慮をより重視すべきことを確認する。そして最後に、工学倫理の倫理に関わる側面を少し展開することにする。

第1節が、人工物を扱うことに関わる問題領域である。第2節が、サービス化の時代になってきて、製造よりも設計やメンテナンスがポイントとなる時代になってきたという現状認識である。そして、第3節で、倫理とか価値とかいったことについて少し考えてみる。

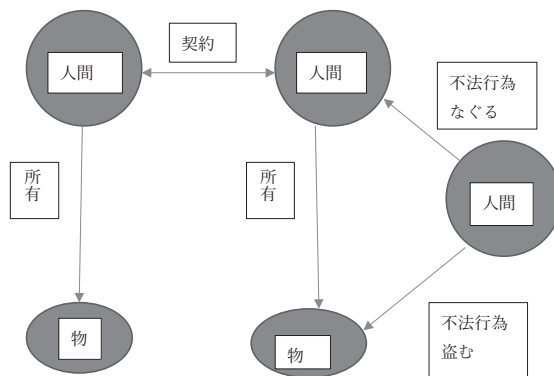
第1節 人工物を作る

〈人工物に媒介された倫理〉

人と人がいる。外的環境とか物理的なものは倫理的に関係ないものだった。倫理は人間関係に関わる学問である。しかし、製造物責任法などは、人工物の事故をそれ作ったメーカーの責任という仕方で理解しようとする。人間関係の基本は契約である。契約できる人々、契約している人々と付き合うというのが、基本的な市民社会像だろう。もちろんその場合でも何らかの仕方で他人に危害を与えることはありうる。これが不法行為である。

人間同士の市民としての関係は契約が基本だ。ただ、トラブルを起こすと、不法行為という法的関係に入る。物（自然物も人工物も）は矢印の方向を見ればわかるように、人間の行為の対象にすぎない。物からは矢印は出ない。

民法の枠組み（内田貴の『民法』による）



図表3-①

人間の意図や個人の意図的行為こそが責任の源泉となる。つまり、法や倫理では意図的行為が大きな意味を持っていた。しかし、その枠組みをどの程度外挿して社会の理解を得られるかは不透明になってきた。特に、人工物に囲まれた世界、また人間（自然人）というよりも、法人が社会的に大きな意味を持つ社会においては、意図的とも言えない事故が起こるということをより深く考えてく必要が生じる。

さて、人工物は設計されて出来上がった後の、ソリューションになっている。まず、設計時に制約条件を扱うときに、あまりに妥協しすぎると面白いものはできない。そして、安全などに関して、思考実験を繰り返す（畑村洋太郎の言葉では、仮想演習をする）必要がある。

〈複雑な因果関係〉

価値は、その順序が決まっている、というところから始めることはできない。慣習として大まかな順序に対する意見の一致はあるかもしれない。道路を横断する場合の意思決定でも同じである。事故が起こると安全第一と言うことが言われる。普通は、つまり車が通っていない場合は、斜め横断することがある。そして、この中間も様々ある。

そして、複雑性が効いている。

つまり、人工物とともに暮らすだけで複雑な因果関係に巻き込まれている。この場合、人間の意図的行為だけを取り出しすぎてはいけない。例えば、殺人という意図的行為が起こったということを示すために、予め計画していて、包丁を準備していたということが証拠となる。

ただ、この程度のことが意図的行為の証拠となるなら、ものづくりの行為はすべて意図的行為となる。事故はすべて技術者の責任になってしまう。

ここで実際に区別すべきことは、テロのような意図的な殺人と、何らかの仕方で大きな事故が起こったこととの違いである。この区別が出来なければ、ものづくりはすべて人間の営為として、故意と位置付けることになってしまう。

ミスで問題が起きるということをまず理解する必要がある。それは、人工物の使い方などを設計者は全て想定することはできない、ということに関わる。論理的に絶対想定できないとは言えないにしても、それだけで責任を負わされるのはおかしなことだ。

故意と比べて、過失を位置づけることが必要になる。因果関係の複雑さが大きな問題となる。我々はこのような世界に住んでいるし、人工物を作ることを通じてこの世界にうまく暮らそうとしている。このようなモノづくりの試みを、予め排除するのは人間の生き方

としてよくないように思える¹⁵⁾。

〈人工物に関わる倫理〉

大量生産、大量販売の場合を考えると、最大多数の最大幸福ということ、人工物を望む人がどれだけいるか、ということと結びつけると、多くの人が望む人工物を作ることが、倫理的になる。多くの人の要望を満たす人工物が作れるということがポイントになる。松下幸之助の水道哲学は理解できる。

政策立案の場面で、どのような政策を実現することが、多くの人の幸福につながるか、ということ、ということを考えると倫理的な行為が何かということは理解されやすい。私の個人的感情ではなく、多くの人のためになることが倫理的ということになる。

私の家を建てるために依頼した技術者、建築士が私の要望を満たすことも倫理的なのか。仕事をしているだけなのか。お茶を入れて、というサービスを要求することや、書類をコピーするというサービスを要求することはどうだろうか。

仕事をする、頼まれた約束を果たすことは、倫理的な行為となる。約束を破ると、倫理的に良くないことをしている。

また、人工物で事故を起こすとかトラブルを起こすと、倫理的に良くないことが起こっていきそうである。

「最大多数の最大幸福」を基準とするか、「他人に迷惑をかけない」を基準とするかで、「倫理的な」人工物かどうかが変わってくる。ただ、これまで述べてきたように、人工物は単独に存在しているのではない。そのユーザがいる。そして、設計の段階も含めて複雑な系になっている。これらの論点を踏まえたとうえで、人工物を作る技術者は自分の仕事を見直す必要がある。

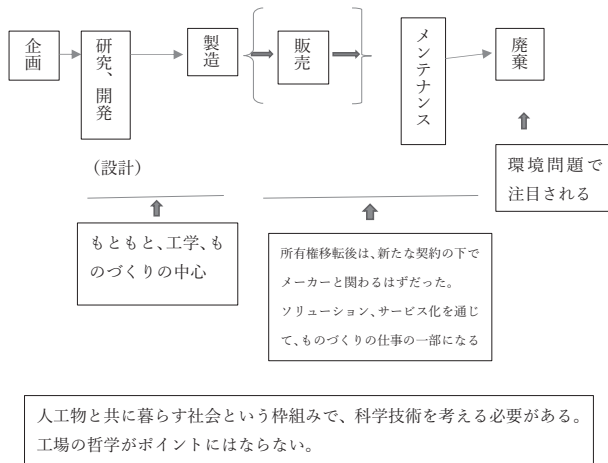
第2節 サービス化の時代

もともと、世間に起こる問題を、サービス、役務で対処する場合も、モノづくりで対処する場合もある。人工物でつまり何らかの発明を通じて問題を解決することは昔から行われてきたが、人工物を媒介することによって、技術者にとっても影響の見えにくいことが起こってきた。(売って終わりというのは、消費者が人工物を勝手に使うことを予想してい

15) 人工物とともに生きる社会では、故意を中心とした市民社会の問題と並んで過失やミスをどう位置づけるかが問題である。拙著『事故の哲学』講談社メチエ（2019）参照

る。消費者の自律を強く尊重しているとも表現できる。ただ、自由に使える能力、知力を想定できるか、ということがより大きな問題になってきた。)すると、人工物を売って終わりにするのではなく、サービス化を通じて、その使い方を教えたり、メンテナンスにも関わるといことはこの不透明性を減少させるよい方法となるだろう。しかし、サービス化は直接ユーザに関わる仕事である。そのために、別の問題が生じてくる。つまり、組織の関与や、システムが消費者、ユーザに介入するという問題である。一般に、単純なサービスは消費者、ユーザが評価者として割とうまく機能するように見えるからだ。

人工物のライフサイクル



図表 3-②

ここでまず注目すべきは大量生産と個別発注の相違に関わる。もともと、古くから大量生産において、働く人の均質化、製品の画一化が起こるといった見方がとられることがある。しかし、現代の人工物の問題は、個別的な製品こそが問題となる。個別発注の問題である。

個別的なものづくりは、古くから建築では行われてきた。これなら契約という人間関係を整備することによってうまく機能するかもしれない。ただ、専門家と素人の知識の量の相違が問題となる。例えば談合なども起こり、発注者が資金をだすだけでなく、知識を持っているかどうかにも依存する問題も生じる。技術者、製造業者をどのようにコントロールするかが発注者には大きな問題となる。そして、設備機械などでは発注者である事業者と受注者が同等の知識を持っているはずなので、対等の契約関係で対応ができた。

ただ、オーダーメイドが普通になると、別の言い方ではサービス化が基本となると、問

題が変わる。独自のものを作る場合には、その安全の確認はコストがかかる。iPS細胞を使った再生医療では、大量生産に向けた細胞を使った場合には、予め安全テストを詳細に大量に行うことが出来る。それに対して、特定の個人の体細胞を使った再生医療では、個人による相違が影響することもあるので、安全性の確認に多くのコストと時間がかかる。

動産、製造物、人工物は、売って終わりにすると問題は簡単である。契約によるものの移転（所有権移転）があればいいだけだからだ。この時、安全は所有者に任されることになる。取扱説明書を読まない相手は、それなりのコストを負担することになる。大人同士の関係になる。

売って終わりというよりも、所有権移転後のトラブルが問題になっている。さらに人工物の加工法や品質管理という製造段階の問題というより、製品として世に出た人工物の制御がポイントとなっている。そして、ユーザがポイントになっている。

もちろん、製造時にコストがかかり人的資本も含む資本の投入が必要だとすると、ものづくりによる人工物の価値の源泉は投入した資本や労働によるものと思えてくる。しかし、製造機械が発達した現代においては、単純にその見方を展開するだけでは済まないだろう。多くの食品工場では、衛生面の考慮もあって、人間が作るよりも機械が作ることが多い。さらに、現在の情報産業では、コンテンツのコピー（生産と言え）はほとんどコストがかからない。設計、発明、新たなコンテンツの作成に関わるコストは大きくなっているが。

さらに、物の消費ではなくて、サービス化が行われる。

所有権が移転して終わりならば、契約と所有で多くのことが対処できる。ただ、サービス化、例えばリースでは、所有権の移転では済まない。

また、メンテナンスを行う場合には、所有権が移転したものを扱うことになる。所有権が移転したものについて、それを使う情報を誰に帰属させるかが問題になる。GEの飛行機のエンジンの情報がそれにあたる。KOMTRAXはコマツが開発した建設機械の情報を遠隔で確認するためのシステムだ。これらの情報は、IoTと特徴づけられて、産業上の優位につながっている。

だからこそ他人の機械に関わる情報をどう集めるか、もしくは私のSNSの個人情報をどう集めるかが問題になっている。情報は盗んでも（コピーしても）減らないために、所有権で守るという言い方はすこしおかしいが、プライバシーといった仕方で守ろうとしている。もともと、私個人が、どのコンビニで何を買ったかという情報を持っていても大したことにはならないが、多くの購買者に関してそれを集めるとそこから様々な統計的な帰結を導き出せることになる。

技術者は、会社の中の間人間関係に注目するだけでなく、SNSが当然に世間に開かれていることを理解したうえで、設計などの仕事をする必要がある。

第3節 価値に関わる問題

〈倫理的判断〉

一般に、自由を取るか平等を選ぶかといったことが、政治学や倫理学の内部では理論的に問題とされる。ただ、実際の判断では様々なポイントが、ある程度考慮されている。すると、実際問題としては、どの価値をどの程度重視するかということになる。本来、ある種の妥協が必要となる。妥協というよりは按配している、という言い方が穏当だろうが。

少なくとも、設計においては、安全を軽視していると言われる製品でも、触るとすぐ崩れるというほどの安全性しか持たないものを作って売ると、製品として人工物としてすら、成り立たない。多様な制約条件を何らかの仕方で満たすことが、人工物として存在する条件となる。

〈価値の階層〉

価値、つまり何を重視するべきかは、人によって異なる。もともと、理論的な仕方では価値の階層が決まるようには見えない。プラトンは善を最高の価値だとみなしたし、マズローは人間の諸欲求はピラミッドのように階層的な秩序をなすと言っていた。このような例はあるが、人間は限定合理的であり、全ての価値を比較することはできない。お金で価値を測定することも行われているが、それを具体的に遂行することはできていない。また、価値の順番を宗教的、政治的に固定化することから始めるのも違和感がある。

もちろん、子供のころから生活してきたので、近隣の人々とよく似た生活様式なら習俗としてよく似た価値観になることもありうる。そこに外部の人が入ると、その土地の人と異邦人との見解の違いが意識され、異物が排除されるとか、異質な考えをその土地の人が取り入れて旧習を打破することが行われることもある。

問題は、価値の階層などの概念分析をやっていくほど、そして、その結果に従うほど人間は合理的とはいえないとは言えないことだ。合理的に思考するはずの哲学者でさえ、自由と平等の価値の位置づけについては論争を続けてきたこともあり、その単純な解決が見つかったこともない。

限定合理的な我々人間にとっては、普通はこのような神学論争に立ち入らないのだが、技術者、設計者はこの問題に少しは入り込まざるを得なくなる。

設計者は多様な価値を按配することをその仕事の一部とすることになる。ただ、価値観の優劣から考えるのではなく、制約条件をどう満たすかという具体的な仕事の中で、多様な価値を按配している。もちろん実際上は、設計は価値を扱うにしても、「良い設計」という評価に関しては、技術者の間での共通理解は成り立っている。多くの価値は個人の好き嫌いとは結びついて、見解の一致は難しいのだが。

〈評価〉

設計は多様な制約条件を按配することだと述べた。この場合に、総合的な行為に関してどう評価すべきであろうか。

一般に価値観の対立がある。自由か平等か、といったものである。

裁判のように、対論においてどちらの主張に説得性があるかという仕方で評価することもありうる。根拠に基づいて、議論によって、証拠によって主張を行うことが重要だといわれている。二者択一が基本であり、その上で利害調整が行われることもある。

それに対して、設計とは多様な価値を按配することであり、それぞれの価値がトレードオフの関係にあるとする場合には、評価は難しい。ただ実際上、高専や大学などで卒業制作の評価が行われている。そしてそれは、常に荒唐無稽だとは言われない程度には合理的な判断だとみなされているだろう。芸術的観点が大きすぎることがなく、現実の制約を満たすことが大きな意味を持っている場合には、よい設計ということについてコンセンサスが得やすいように見える。価値判断に基づく人工物の設計でも、ある程度うまく評価が行われている。

ただ、総合判断だとして、鶴のように偉い先生の恣意で物事が決せられてもなかなか文句が言えない、ということもある。経営判断でも同じようなことが生じる。もちろん、医者や診断や手術における決定など、弁護士などの法廷戦術なども同じような総合判断であり、個別的には疑問が生じることが生じていても、そのいちいちに口出しすることは、患者や依頼者に許されないであろう。もちろん、医者同士の間で録画した手術を検討することも行われ、裁判記録は公開され今後の審理に様々な影響を与えることになる。ただ、医者にしても、裁判官、検事、弁護士にしても、明らかなミスや誤解がない限り、それなりの専門的仕事をしてきたというしかないだろう。このような専門家の責任に近い考え方が、ものづくりをする技術者、メーカーに対しても行われている。

結果が悪ければ関与した専門家がそれにすべて責任を負う、というのではなく、専門家の仕事の限界で、しかも価値判断も含んで、行った判断は、ある程度尊重しようというよ

うな考え方が生じてきているように見える。

この見方を裏付ける基本的な論点として、製造物責任法に関わるアメリカの事例を見てみよう。

第3次不法行為法リステイトメントがある¹⁶⁾。第2次不法行為法リステイトメントは、有名なものであって、欠陥のある製造物については、メーカーに責任を負わすということが基本であった。その後、政治的にはメーカーからの反発もあり、私の見方では穏当なところに落ち着いた結論になったと思える、第3次不法行為法リステイトメントが出てきた。ちなみに、アメリカは判例法の国で、各裁判所の判断が基本であって、成文法は仕上がらないことも多い。ただ、判例の積み重ねのまとめとして、リステイトメントが行われる。例えば、人工物の事故に関して多量の判例が生じ、それをまとめ直すことがリステイトメントといわれる。

第2次リステイトメントと第3次リステイトメントとの違いは、後者では製造に関しては、メーカーに厳格責任を認めることに同意するが、設計と警告表示に関しては、過失責任で対処しようとするのである。つまり、人工物でケガをしたとき、製造工場で起こった組み立てミスなら、それは何であっても、メーカーの責任とするということである。それに対して、設計の段階で欠陥が生じたということをいうためには、単に危ないからケガをした、というだけではだめだというのが、第3次リステイトメントの立場である。このような主張は、すべての軽自動車は、ベンツと比べて安全性に欠けるから全て欠陥車だという主張は少しおかしい、という感覚に基づいている。オートバイが乗用車に比べて安全でないからといって、全て欠陥車だといってもはじまらない。

すると、軽自動車であっても、それなりに安全性が考慮された車と、その安全性が無視された車を区別しなければならない。ドアを頑丈にすると、横からの衝撃には耐えるだろう。しかし、水没した時には、その頑丈さのために車から抜けられないかもしれない。このようなトレードオフを考慮して自動車が作られているなら、横からの衝突事故でドライバーが死んだからといって、直ちにメーカーや技術者の責任にすることはおかしい。それらの制約条件を様々考えたうえで、何とか按配してある程度の大きさの自動車にまとめ上げたのである。設計時での大きな見落としのような過失があれば責められるが、そうでない場合にも完全な安全を要請することは無理があるだろう。このポイントが、第3次不法行為法リステイトメントのポイントだと私は考えている。

16) 『米国第3次不法行為法リステイトメント製造物責任法』アメリカ法律協会編（2001）木鐸社参照

つまり、ドアを少し頑丈にしていれば衝突されても助かった、と言えるかもしれない。しかし、自動車運転には多様なリスクがあるし、そのリスクのうちのどれが顕在化するかわからない。それを予め考慮しつつ設計、製造しているのである。「あれなければ、これなし」という法的な因果関係の原則を、設計の欠陥に対して単純に当てはめるのは基本的には無理があるように私には思える。

事故はどうして起こるか。2022年1月3日に、私が運転を誤って電柱に激突するという予測が確実であれば、それに対応する装置さえあれば安全な自動車になる。しかし、このように将来の全てのことをいわば科学的に確定した上で、事故やトラブルが起こる、というのではない。多様な可能性、リスクを想定して、その幾つかの場面で対応できるような自動車を作る、というのが工学の営為である。つまり、事故の起こるパターンをできるだけ多く見つける。そのうえで、できるだけ多くのトラブルを解決しようとするしかないのである。(自動運転車を実現するためには、公道走行実験をどれほどの距離やってきたかということが大きなポイントになる。)

このような意味で設計の評価、人工物の評価は多様な副作用を考慮した総合的な判断にならざるを得ないのである。

〈価値観〉

最後に、制約条件を中心とした個別的価値とは違って、その傾向を表示する、価値観ということをご概観しよう。ここでは、人間の生き方を一般的に取り上げるといっても、ものづくりにおいて、そして設計においても価値観と言えるようなものが認められるということを指摘する。

自動車を取り上げてみれば、トヨタらしさとかホンダらしさというのがある。自動車好きはこの小さな違いを見分けるし、それぞれのメーカーでも、自社らしさを追求することもあれば、そこからの脱却を図るにはどうすればいいかを考えていく場合もある。

自社らしさは、例えば、トヨタではFun to driveという標語を現在使っている。この標語は、設計の制約条件が与えられた場合に、そのうちのどれを設計条件として優越させるかということに関わるある種のパターンを示している。

自動車が目的地に着くための手段でしかない場合は、安全、快適、コストが重視されるだろう。しかし、ドライバーが運転して楽しいということを中心にする(これこそが、トヨタの現在の標語に示されている)スピードやスリルといった制約条件がより重視されることになるだろう。ホンダならば、故本田宗一郎(おやじという言い方がホンダではさ

れている）ならどう考えただろうか、ということを経験として研究開発を進め、設計判断を行う風土があるともいわれている。

ブランドのイメージはブランドのロゴをつけることによって多くの人にわかりやすいものとなる。その実質的な内容は、設計における制約条件の按配の仕方のパターンを示すものである。これらは、多様な価値を按配するためのパターンを示すものとして、企業の価値観という言い方ができるはずである。

実際は、企業はメーカーに限られず、販売業、流通業など様々あるが、それなりの企業行動のパターンが、その企業らしさ、企業風土を作り上げている。これが企業における価値観と言われるものになる。個人の価値観もこれを外挿して理解することができる。

まとめ

第1章では人工物に媒介された倫理を明示化した。人工物をつくること、そして、それらを使っていくということは、古くからの倫理では注目されてこなかったポイントに焦点を当てるべきことなのである。

第2章では、科学が分析をめざすのに対し、工学、ものづくりは、総合をめざすという論点を、制約条件の充足という観点から明示することを試みた。

第3章では、図形モデルの帰結を概観した。

一般に意思決定をするということを考える。裁判のような仕方では証拠の優劣で、対論の勝ち負けを考えるとやり方が基本として存在する。これは設計を典型とする総合判断での意思決定のやり方とは、ずいぶん異なっている。

この場合、制約条件間のトレードオフが効いている。しかも判断に必要な時間が限られていたり、必要なデータを得ることが難しいということも普通に起こる。

科学的知識は世界の真理を表現しているはずだが、その知識を使ってものづくりをすること、さらに一般的に、総合的な判断をすることには、科学的知識の集積では足りないことにも気づかなければならない。私達は科学の進んだ世界の中で、このような人工物とともに暮らしている。

