

# 自転車に関する 問題点

飯島喜太郎

## まえがき

「自転車が生産され、多くの人々に使用されている限り、自転車に関する研究問題は次々に出てくるものであって、よりよいものを、より安く生産することに関して研究の種はつきない。また、外国製自転車と競争して輸出を伸ばすためにも研究は必要であるが、昔から使いなれた構造簡単なものだけに、解決が困難な問題が多くていつまでも研究を続けなければならない。自転車に関する研究はいわゆる自転車操業で、研究を休めば自転車産業は倒産するであろう。」

以上は25年ほど前、名古屋工業技術試験所において自転車に関する試験研究に専念していた筆者が、知人から「自転車のような簡単なものにまだ研究を必要とすることがあるのか」と不思議そうに尋ねられたときの返事である。自転車の使用用途が通勤その他の実用からスポーツ用、レジャー用に移ってしまった現在においても、やはり自転車が生産され、使用されている限り、機能、コスト、安全その他いろいろの面で問題点は次々に提起されていて、その解決のための試験研究は続けられており、今後も限りなく続いていくであろう。

筆者は、現在では自転車に直接関係する研究から離れて機械設計全般の諸問題に取り組んでいるので、自転車に直接的な具体的解決策は頭に浮かばないが、以下においていろいろの角度から自転車に関連する諸問題を掘り起こして、それらに取り組む考え方などの私見を述べてみたい。

## 問題のとらえ方

自転車は200年ほど前に発明され、その後、学術、

注) 筆者は名古屋工業大学教授、工学博士

技術の進歩と経済条件の向上に伴って逐次改善されて今日に至っている。その歴史は鳥山氏の「自転車の歴史（自転車技術研究所編、自転車実用便覧参照）」その他で周知のことであるが、100年ほど前に製作されたセーフティ・バイシクル以前のもは、足で大地をけて走る二輪車で、今日の自転車の概念とは相当に異なっているもの、大地の上を軽く（楽に）、速く、意のままに走行したい、という人間の願望を具体化するものとしての使用目的は、多段変速装置を組み込むまでに進歩した現在においても全く同じである。自転車に関する問題は昔も今もまず第一に、この使用目的すなわち軽く（楽に）、速く、意のままに（安定性、操縦性）という3項目に直結するものと思う。

昔はこの使用目的に直結して自転車の構造、機構とそれの製作方法の範囲内で問題点をとらえて考えていけばよかったので、考えなければならない範囲が狭くてすんだ。しかし、現在では構造、機構、製作方法はもちろんのこと、使用目的および使用者層の多様化（通勤用からスポーツ、レジャー用までと婦人用から少年、幼年、老人用まで）に伴って問題点も広範多岐となってきた。特に上にも述べた後述するように、人間的要素に関連するものが多くなり、その重要性が増大してきていることに注目して問題をとらえる必要がある。

自転車を考えるとき、われわれは日常見なれたハードウェアの構造物単体のみを採り上げるのが一般であるが、この採り上げ方は妥当でなく、このハードウェアの単体と乗る人、あるいは作る人と“こみ”にして考えて問題点を見いだすのがよい。というのは、自転車は走っているときに自転車本来の姿であって、止まっているときは単なる物質の塊に過ぎず、走っているときには必ず人が乗って動力を供給し、運転操縦しているからである。また、自転車はこれを製作する人の技術によってでき上がったものであって、人と車が一体となってそこに問題が発生するものである。すなわち、自転車を「人間—機械」システムとしてとらえ、ハードウェアの自転車単体の構造、機能、強度などは人間の特性、例えば脚力、腕の長さ、体重、その他心理的、生理的なものとの関連で考えていくことが大切である。このことが自転車に関する問題のとらえ方の基本的事項であると思う。

もう一步進めて考えると、自転車で走行するた

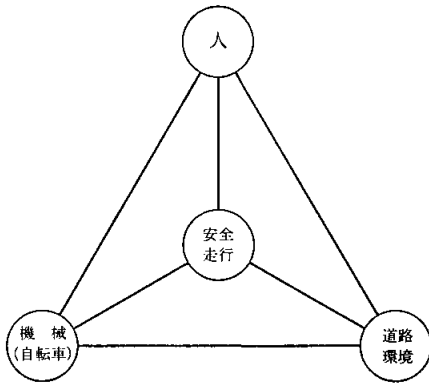


図1 人間—機械—環境の関係

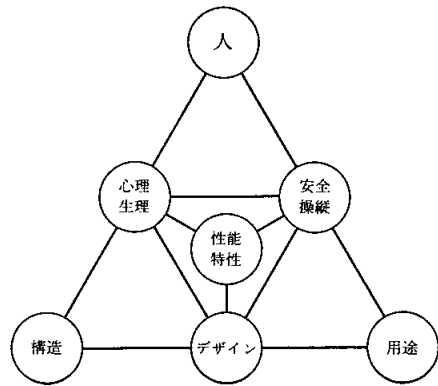


図3 デザイン・スゴロク(1)

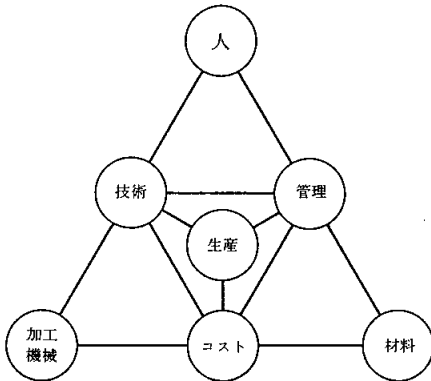


図2 人—生産技術の関係

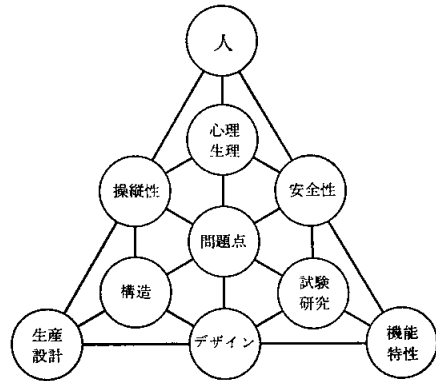


図4 デザイン・スゴロク(2)

めには道路その他の環境条件が整備されていなければならない、「人間—機械—環境」の三元システムで考えること（図1参照）がよい。本文では環境条件についての詳細は記述を割愛するが、環境条件が人間の特性と機械としての自転車の特性に影響を及ぼし、安全、操縦、強度、性能などを左右するものであることだけは問題処理に重要なので特記しておきたい。

技術は各種の項目、要素について現状を調べ、これらを検討して問題点を見だし、それらを解決するために試験研究を行って進歩していくものであるが、検討を要する項目、要素はお互いに関連し、影響しあい、からみあうものであって、その様子は図2～4のようであると思う。いずれにしても人間的要素が重要であって、人間の心理、生理、技術、経済面（コスト）などと車に関する要素の安全性、操縦性、構造、機能などは図2～4のデザイン・スゴロク（この言葉は東大教授、池辺陽氏の創案といわれるが、詳細は森政弘著「超常識」ダイヤモンド社）を見れば明白である。

このように重要項目はお互いに関連しあい、影

響しあうもので、一つの項目だけに注目して他のことは考えずに問題をとらえてはいけない。

また、これら要素の間には「あちら立てればこちら立たず」の利害相反が出てくることをよく認識しておいて、総合的に最適になるように考えていくことが大切である。「設計は妥協の産物である」、「設計において正解は一つではない」という格言を思い出される。

25年ほど前のわが国の自転車技術は、外国製自転車に追いつき追いつくべく外国製軽快車をサンプル輸入して、これを徹底的に調査研究して「外国製自転車調査研究報告、1951、1952、1953（自転車工業会編）」などが刊行され、今日の軽快車普及の原動力となり、輸出増強にも貢献してきたことは周知のことであろうが、このような文献資料データなども現在の目で再検討すれば、再利用できる問題点をとらえる足がかりになるかもしれない。「温故知新」のことわざをあげておく。

自転車に関する問題はどのようにちょっと考えてみただけでも多いが、「問題にならないことを

問題にすることは問題だ」、「何が問題かが問題だ」ともいわれるように、問題点の重要性を正当に評価して重要性に応じて対処することがきわめて大切である。そのためにはいろいろの問題を、採りこぼしのないように漏らさずリスト・アップし、問題どうしの関連や軽重、緩急を決める評価規準を事前に決めておくことも、問題処理に関連して大切である。

各種技術の資料データはもとよりユーザの要望やクレームなど今日は情報過多ともいえて、問題点はきわめて多いので、上記のリスト・アップとその適切な整理は、問題をとらえる上で重要な問題となるであろう。

要するに、自転車という狭い領域だけに目を奪われていたのでは、重要な問題に気付くのが遅れたり、画期的な進展は到底望めないのが、この際思い切った発想の転換を企てて、ものを見る角度を大きく変えて独創性を発揮していくことを、これからの問題のとらえ方とその処理に生かすことが大切である。

## 問題処理の方策

上述の問題のとらえ方において若干述べたが、ここで問題処理の方策についてもう少し深く考えてみよう。

問題をとらえて検討し、その緩急、軽重に応じて、問題点を具体的に箇条書きして試みるのが問題処理の第一歩である。頭の中で考えていただけでは、浮かんで消えていくあわのようにつかまえてどころがなく、忘れてしまったり、軽重、緩急順序が混乱してしまって收拾がつかないので、何事も文字や図にかいておくことが大切である。書いたものは消えないし、探せば出てくる。また、書くことによって内容が頭の中にしみついて忘れにくくなるものである。「問題処理に当たっては書くことから始める」ことで、「いつ、どこで、だれが、何をどうした」、「このように考える」…など、できるだけのことを後日のためにメモしておくことを筆者は「日記のすすめ」と題する一文（自動車技術会中部支部報、No. 26）ですすめておいたが、書くことは知能貯蓄の第一歩で、問題処理に役立つ貴重な知的財産になるであろう。

情報化時代になり、問題点に関する情報は広範多岐膨大なものとなるので、上記のメモ類は常に

読み返して取捨選択、分類整理しておいて、必要なきにただちに採り出せるよう準備しておくことが大切である。情報はお金と同様、有効に使うことに意義があるので、単にためておくだけでは意味がない。

問題に関連する資料データは、問題に取り組むようになってから集め始めては手おくれである。日常不断に収集整理を心掛けて、「敵の来たらざるをたのみず、待つあるをたのみむ」の兵法を生かすべきである。

設計も研究も経営もすべて各種情報（資料データ）を、処理加工（判断、選択、決定など）して成果を生み出すものであるということから考えてみれば、上記の情報処理の重要性が認識できるであろう。外国で流行のきざしを見せている一輪車やモトクロス車に関する情報、資料、データなどもいち早く集めて問題点を絞っておくなど、「先んずれば人を制す」のことわざを実行に移すことが必要である。なお、これらの情報資料と同時に、制限条件、前提条件も事前によく調べてメモしておくことが、後日のトラブル防止に役立つであろう。

わが国においては自転車に限らず機械一般において、一昔前までは外国または先発メーカーの良いところを模倣し、利用する技術が幅をきかせて効果も大きかったが、現今ではどうであろうか。

「消費者は王様である」、「お客様は神様です」、「後工程はお客様」といわれるようになった現在では、ユーザからの要望（ソーシャル・ニーズ）、故障に対するクレーム処理などが重大問題になってきており、これでは今までのように良いところだけをまねる手法は歯が立たないであろう。トラブル・データ（故障の様相と原因、理由など）を広範囲に収集、解明して、これを予防する技術を織り込んで生産し販売することが大切である。失敗の経験を生かして使うという技術が問題処理に不可欠になってきている。

今までの技術革新は、進歩した科学技術を応用することと、「メリットが最大」の考え方で進められたと思うが、これからの問題処理にもこのやり方は有効な場合もあるであろう。しかし、これと逆の考え方、すなわち、古い技術を生かして使い、「デメリット最少」を心掛けて研究を進めてみることも面白いと思う。構造力学的に理想的な

ダイヤモンド型フレームは、シンプルな原理的な構造で無理のないものであることを考えてみればわかるであろう。原理的シンプルなもの本質をよく理解して始めて考えつくもので、最新情報に目を奪われると考えつかないものである。「コンプスの卵」のぐう話を思い出してみるとよい。また、「鶏を割くに牛刀を用いる」愚をしないためにも、できるだけ簡単明りょう、軽便な技術方策を考えることも大切になってくる。

技術的問題処理にアナログ手法を応用することも、場合によってはきわめて有効であろう。自転車に全然関係ないもの、例えば電気冷蔵庫や旋盤などで採り入れられている有効な考え方を自転車に応用してみるというような具合に、他分野の知恵を借りることが役に立つのである。例えば、テレビにおいてスイッチ・オンと同時に画面を出すには、自動車エンジンを冬でもセル一発でかける原理、すなわち温めておくという考えを導入して、電子銃のフィラメントに常時電流を流して温めておくというアナログ（類似）を利用すればよいことを思い出せば、この考え方に対して合点がいくであろう（もっともこれは電力消費で問題はあるけれども）。

これからの問題処理には、前項で述べたようにやはり独創性が重要と思われるが、独創性に関する知識を身につけておいて、独創的な考え方で問題に採り組むことが有効と思われる。その具体的な考え方として有名な「オズボーン」と「ポリヤ」のチェック・リストを紹介しておく。

#### ◎オズボーンのチェック・リスト

- 1) 他に使いみちはないか（現状のまま、少し変えて）。
- 2) 他からアイデアを借りられないか（アナログ）。
- 3) 形、色、運動などを変えたらどうか。
- 4) 拡大したらどうか（付加、時間、大きさ…）。
- 5) 縮小したらどうか（除去、分割、小型化…）。
- 6) 代用したらどうか（材料、要素、動力…）。
- 7) 入れかえたらどうか（要素、レイアウト、順序）。
- 8) 逆にしたらどうか（正負、上下、左右…）。
- 9) 組み合わせたらどうか（目的、ユニット、

アイデア…）。

#### ◎ポリヤのチェック・リスト

- 1) 問題は何か。
- 2) 条件は何か。
- 3) 必要なものは何か。
- 4) 資料収集は十分か、不足は何か。

最後に筆者の行ったチェーンとスポークの研究を例にとって、問題点の周辺を究明してみることの重要性を述べてみたい。

チェーンについては30年ほど前に徹底的に研究したが、最大の問題は全長誤差を JIS の規定内に納めることであった。リンクの穴間隔すなわち1ピッチの平均値が $1/100\text{mm}$ ずれていても、全長ではその100倍以上の誤差になるし、ピッチ平均値のまわりのばらつきが大きいと、組み立てたときの全長のばらつきが大になることは当然であるが、もう一つ、ピンとブッシュのすき間がくせ者で、その平均値とばらつきが組み立てた全長誤差に大いに関係するものである。したがって、全長誤差の管理にはリンクの穴ピッチよりもピンとブッシュのすき間を管理することが効果が大きいことが明白になった（機械試験所報告、4巻6号、5巻4号参照）。

また、スポークについてはその頭部の疲労強度が問題となったが、スポーク頭部の材質、形状を変えて補強するよりも、スポーク頭部が接触するスポーク穴の形状もしくは硬度を変えることによって、スポークの疲労強度を改善できることを明らかにした（名古屋工業技術試験所報告、6巻6号参照）。問題処理に当たり、対象物のみを追求せず周辺のものや併せ考えることの有効性が理解していただけるものと思う。

#### むすび

以上、思いつくままに書きなぐったので、まともが悪く理解しにくいところが多いと思われるが、書かれたものの主旨をご賢察の上、自転車技術の改善向上に役立たせていただければ幸いである。第二、第三の技術革新が必要な今日、じっくりと考えて独創的技術を開発し、これを実用化することが大切で、そのためには準備を十分にして基礎を固めて、何事も全力を尽くして努力してみることが肝要である。