

## 工学的議論\*

Engineering Discussion

東京理科大学／(公社)自動車技術会 副会長

堀 洋一

Yoichi Hori



会誌編集委員会より「技術者として先輩から後輩に対するメッセージ」というお題をいただいた。原稿執筆時点で定年退職目前だったためである。そこで、卒業式の祝辞などで述べていることの中からピックアップしてみた下記の駄文を記し、誌面を汚すことにする。お許しいただきたい。

長年大学で、卒業、修士、博士論文などの指導をしていると、しばしば気づくことがある。優秀な学生ほど(実は以下に述べる意味であり優秀ではないのだが)ベストベストを追い求め、いつの間にか遠くに来てしまう。気がつけば独りよがりになっている。自説、つまり自分の提案の良さを一所懸命説くが、すでに宗教の世界である。聞く方は「ふ〜ん、そうなの、それで?」としか言えない。

新しい提案は他人に認められてこそ価値をもち、実現に向かって一歩踏み出す。自説の良さを他人に説くために有効な三つの秘訣を特別公開しておきたい。私の遺言である。

## (1) 敵を作ってやっつける

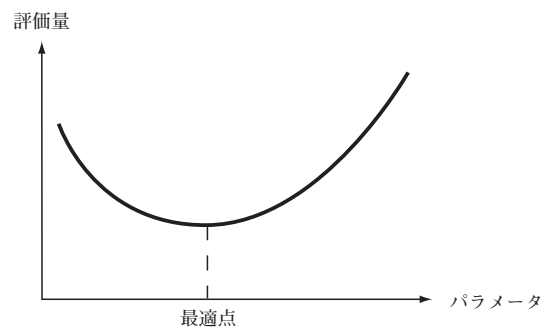
「敵」とは「従来法」「先行研究」「ライバルの研究開発」などである。それらと提案法を横に並べて自説の良さを明示する。つまり「比較」をすることである。自説だけをいくら説明しても、普通の人に絶対的評価を求めるのは無理である。この場合、「敵」はできるだけ強くなくてはならない。例えば、大昔のデバイスや回路方式と比較したり、何

十年も前の制御方式に比べて良くなった、と言っても始まらない。狭い視野で突進してはいけない。そういう人いるでしょう。研究開発は脇目をふりながら、つまり周囲の研究開発状況をよく見ながら進めなければならない、ということである。

## (2) 最適化の図を描く

自説がまったく新しい提案であって、どうしても比較してやっつける相手がいないときは、提案法の中で振ることのできるパラメータを見つけて振って(変化させて)図のようなグラフを描く。横軸と縦軸に何をとりかが腕の見せ所である。横軸はそのパラメータ、縦軸は例えば性能やコストである。横軸も縦軸も数種類あるかもしれない。そんなことはわかっていると思うことなかれ。案外やっていないものである。

工学の本質は最適化である。妥協、トレードオフ、バランス、比較、よい加減、などと言ってもよい。このグラフに山や谷(最適点)がないと、それは工学の問題ではない。やればやるほどよいということ



\* 2020年11月18日受付

## 筆者紹介

1978年東京大学工学部電気工学科卒業、1983年同大学院博士課程修了。助手、講師、助教授を経て、2000年2月電気工学科教授。2002年10月生産技術研究所教授。2008年4月新領域創成科学研究科教授。2021年4月より東京理科大学教授。専門は、モーションコントロール、メカトロニクス、電気自動車の制御、ワイヤレス給電。IEEE (Life Fellow)、電気学会、自動車技術会、日本シミュレーション学会(以上はフェロー)、計測自動制御学会、日本機械学会、パワーエレクトロニクス学会などの会員。過去には、電気学会産業応用部門長、世界電動車両協会(WEVA)会長、現在、日本自動車研究所(JARI)評議員、日本能率協会(JMA)モータ技術シンポジウム委員長、キャパシタフォーラム会長、次世代自動車振興センター(NeV)代表理事など。

になるから、あえて言えば理学的問題である。ここが理学と工学の違いである。工学の問題なのに理学的に解決しようとするから、おかしな政策がまかり通るなんてことがよくある。

読者の中には、上司が自分の提案の良さをわかってくれなくて、悩んでいる人はたくさんいるだろう。この話は参考になるかもしれない。

(ただ、パワエレ回路の効率を99.7%というふうに突き詰めていくような場合は、妥協ではなく、また理学に立ち返る「工学的理学: Engineering Science」が重要になる、ということ、を、尊敬する横浜国大の河村先生に最近教わった。これはまったく正しい。)

### (3) 話は三つにまとめる

100年後のクルマは、① モータ、② キャパシタ、③ ワイヤレスで走る。つまり、①「エンジン」ではなく「電気モータ」で走る電気自動車(EV)が主流となり、② 大きなエネルギーを持ち運ぶ「電池」ではなく頻繁なパワーの出し入れに優れた「キャパシタ」が用いられ、③「急速充電スタンド」の代わりに「走行中ワイヤレス給電」が重要な役割を担うだろう、という意味である。モータ/キャパシタ/ワイヤレス、と三つに絞ったので、わりと人々が覚えてくれるようになった。

電気自動車の特長は電気モータの特長そのもので、① 高速トルク応答、② モータの分散配置、③ 正確なトルク値の把握、の3点である。それは、① 車輪をすべらなくする粘着制御、② 2次元的な車両運動制御、③ 路面状態の推定、という、ガソリン車にはできない三つを実現する。実はこれに加えて、④ 正負のトルクがシームレスに発生できる、という特長もあるが、四つあると覚えられないのであえて言わない。キャパシタの特長は、① 寿命が長い、② 大電流の充放電が可能、③ 端子電圧から残存エネルギーがわかる、という3点である。本当はもっとあるけど、どうせ覚えてくれないから言わない。

というわけで、この小文の話も三つになっている。こういうことをまとめて「工学的議論」と呼び、自

分のものの考え方の基本になっている。

以上で話は終わりであるが、最後にもう一つ付け加える。鉄道の安全性は自動車に比べて5,000倍ぐらい高い。そこで鉄道の安全性を10倍悪くして運賃を半分にすれば(そういう技術があるとして)、車から客が移ってくる。トータルの交通事故死亡者数は減る。「自動運転」の導入によって死ななくてもよい人が死ぬケースも出るだろう。でも従来は死んでいた人が死ななくてすむ方がはるかに多いから、トータルの死亡者は確実に減る。これは工学的議論である。そういう議論がご法度ではなくなってきたように思うが、皆さんはどうお考えになるだろう。私は50数年前、軽トラにはねられて父を失った。中学1年のときだった。気持ちはとても複雑である。

もう一つ。昨年3月COVID-19でガラガラの奈良に行き、石光寺というお寺を訪問した。住職は都会の大企業で営業をやっていたが、先代が亡くなって急遽あとをついだ。ところが有名なボタンが病気でどんどん枯れる。5年、10年いろいろ試したがうまくいかず悩みに悩んだ。しかし後で考えてみると、悪い菌を殺そう殺そうと、除草薬を撒いたりばかりしていた。2~3年はうまくいくが、すぐに善いやつもだめになってしまう。ある時、ひょんなことでアドバイスを受けた。悪いやつはそのまま放っておいて、善玉をもっと元気にしようという方法に変えたら、花が生き生きとよみがえり、喜んで咲くようになったという。

これは、世の中の仕組み、研究全般、人生の態度などにも通じるものがある。悪いやつ、弱いやつを排除してはいけませんよ、という意味である。新しいものに難癖をつけてつぶしてしまいませんか? いつか花開くかもしれない技術なのに。「選択と集中」が嫌いな私は我が意を得たりである。これは最近の「インクルーシブ工学」につながる精神である。どうでしょう、いいお話でしょう。では、皆さん、ご機嫌よう。