

論 説

真の「技術先進国」になろう

鈴 森 康 一*



1. はじめに

技術立国、ものづくり大国、ロボット大国、等々、我が国の技術力を称えてきた言葉が、近年やや色あせつつあるようにも見える。しかし、長い歴史の中では山もあれば谷もある。少し長期的にみればやはり世界トップの技術先進国であり続ける力を我が国は持っていると思う。長年、工学、技術の分野に身を置いてきた者として期待している。

私は、機械工学をベースとしてロボットとアクチュエータを専門にしている。大学院修了後、民間企業での研究開発、国家プロジェクト（マイクロマシン）での研究管理、大学での研究教育、そしてベンチャー経営、といった具合に、産学官、色々な立場で技術開発に携わってきた。

そのような立場の工学の研究者／技術者として、我が国が今後も優れた「技術先進国」であり続けるための期待と私見を述べさせていただく。

2. 真のパイオニアとなろう

ロボットに関係する多くの「先端技術」がマスコミや社会をにぎわしている。AI、IoT、自動運転、ドローン、3Dプリンタ、ヒューマノイド、MEMS、マイクロロボット、ソフトロボット、お掃除ロボット、手術ロボット、等々、枚挙にきりが無い。

近年は、技術ブームの誕生、回転が非常に速い。私が参加したこの数年の展示会を例にとると、2016年はどこへ行っても人工知能だったが、2015年はドローンだらけで、前年の3Dプリンタはどこに行った？という感じだった。

これらの新しい潮流の多くはアメリカに端を発している。AI、IoTはGoogleや米国大学での研究内容が、ドローンはアマゾンが商用利用するとか、3Dプリンタはオバマ政権が巨額投資するとかが話題になり、大きなブームのきっかけを作った。

しかし、これらの技術は既に日本にもあった。例

えば、AIに関しては1980年頃にはNHK技研でディープラーニングの研究が進められていたし、ドローンについては1990年頃にキーエンス社がクアドコプターを商品化していた。3Dプリンタ関連では1980年代には三井造船が光造形法を開発していた。MEMSに関しては古くよりマイクロマシンという形で東工大の林輝教授を中心に先駆的な研究が進められていたし、NECも体内に入って薬物供給や生体液採取を行うマイクロカプセルをずいぶん開発している。

しかし残念なことに、それらは大きな技術の潮流にはならず、しばらくして欧米で着目されてからそれを追うように技術開発を再開している。例えば、お掃除ロボットは、1990年頃に国内の複数の大手電機メーカーでいろいろと試作されていた。当時の試作機の写真を見ると、いまのiRobotのルンバとそう変わらないものが20年以上前に出来上がっている。ルンバが売れ出してから開発を再開するのでは、どうしても周辺技術の開発が中心になる。イノベーションの核心である「ロボットに掃除をさせる」という新技術分野を自分で切り拓いた訳ではない。

国内で新規性の高いアイデアに基づいた研究開発をしても、周りからは「面白い。将来の可能性を感じる」という評価で終わる。そしてそれで本人も満足する。そういうケースをたくさん見てきた。ところがそのテーマが欧米でブームになると、国内でも急にオーソライズされた研究分野として扱われ、後を追いつく。このようなケースが残念ながら多い。

コペルニクスやニュートン等、現代の「自然科学」を築きあげてきた歴史に裏付けされた「自信とプライド」が我が国には不足しているのが背景にあるのではないだろうか。しかし今や、欧米諸国を除けばノーベル賞受賞者最多国なのだから、そろそろ「人類の知」開拓の最先端にいるという「自信とプライド」を持ち、科学技術の真のパイオニアとなるべきであろう。

*東京工業大学 工学院 教授

3. 研究は世界各地で同時萌芽する

私には強烈な「残念な体験」がある。

20歳代後半の頃、私はmedical micro manipulator (M³) という研究企画を立てたことがある。図1はその時に描いた図である。小さなロボットが体内に入り、低侵襲の医療処置を行う、あるいは微細で精密な手術を正確に行う、といったものだった¹⁾。

いまから見れば陳腐なアイデアである。しかし、この企画を立てた1986年当時、マイクロマシンや手術ロボットという概念は、私を含め一般にはまだ知られていなかった。今から思えば、その後のロボット技術開発の2つの潮流をまさに先取りした研究企画であった。

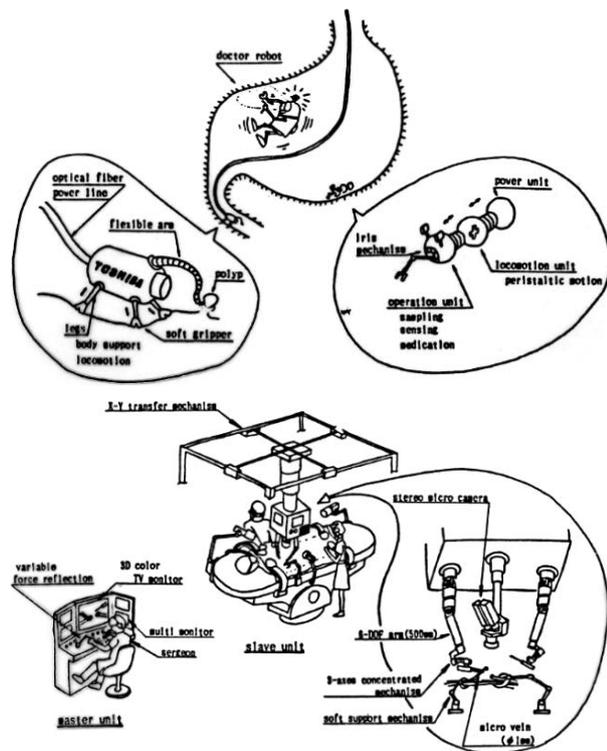


図1 私の残念体験 (medical micro manipulator; M³)

正式な研究テーマとしてGOがでて、私が中心となって研究を始めたが、結果的にはうまく研究展開できなかった。直後に米国を中心に急速に展開したMEMSや手術ロボットの研究開発に、出だしから完全に負けてしまった。

失敗の最大の原因の一つは、誰もやっていないこと（本当は米国で同時期に始まっていたのだが）、あるいは当時のロボット研究のホットトピックスから離れた研究テーマを本気でやってもよいのだろうか、という戸惑いを心の底で持っていたからだとして私は反省している。これは前述の「自信とプライド」の不足に起因すると思う。要するに、自分たちがロボット研究の最先端にいて、それを牽引する、とい

う自覚が当時の私になかったのである。

原因はまだある。「こんな奇抜なテーマはどうせ誰も取り組んでいないだろう。上司から指示された本来の仕事の合間にゆっくり進めていこう」。そんな呑気な気持ちがあったのだ。ところが、実際は同時期に世界のどこかで同じことを思いついて、そして実際に行動に移している人がいたのである。

新技術は世界の複数の場所で同時萌芽する。実は私はこのような経験にこれまで3回接している。同じような状況下に置かれた同じような意識や能力を持った研究者は同じような「凄い」アイデアを思いつくのである。

どんなに奇抜なアイデアだと思っても、同時に誰かがどこかで同じものを思いついていると考えた方がよい。ものにできるか否かは、それを堂々と行動に移せるか否かである。

4. 「なんちゃって」思考を乗り越えよう

イノベーションを起こすべき当の技術者にとっての最大の敵の一つは「なんちゃって思考」である。これはアイデア造出会議やブレインストーミングでしばしば見られる。M³の失敗の原因の一つもこれだと思っている。

ブレインストーミングでは否定的発言がご法度だから色々なアイデアが飛び交う。「こんなロボットができたらいいいね。ドラえもんみたいにタイムトラベルさせたらどう？ なんちゃって……」と、笑いながらどんどん話は膨らんでいく。

これ自体は問題ではない。問題はその後である。出てきたアイデアを基に行動を起こさなければならぬ。このプロセスをうまく機能させる必要がある。

実行段階に至って、「どうせできないよね……」という気持ちが少しでも残っているとイノベーションは絶対に起こせない。一方、「できること」だけの実行でもイノベーションは起こせない。

しかし、世の中には一見突拍子もないアイデアに対して「できる」と考える人たちがいるのだ。そういう人は、ケースによって異なるが、議論の前提を少し修正したうえで本質的な目的達成への筋道を描く場合が多いように思う。そしてその人たちのみに技術を完成させる資格が与えられるのである。たとえ思い込みであっても機能する場合もある。「できる」と確信して行動に移すことが重要なのである。

5. 「突拍子もないこと」にもポジティブに向きあおう

わが国でも従来にない新しい「技術分野」を開拓した事例は多い。例えば、胃カメラとウォークマン

である。

胃カメラは、東大病院の医師とオリンパスの技術者の共同によるイノベーションである。人類が見たことがない世界を見ようという、当時は「突拍子もない」思いつきを行動に移した点を私は素晴らしいと思う。その後、ファイバ内視鏡、電子内視鏡、内視鏡手術とオリンパスは独走している。こんな独創的な技術開発がなぜ成し遂げられたのだろうか？

一つは、開発を牽引した医師の情熱と確信であろう。技術開発には「思い」と「自信」をもった牽引役が必要であるが、この役目を東大の医師が見事に果たしている。もう一つは、当時の技術者のハングリーさではないだろうか。「日本の薬事は厳しくて……」とまことしやかにとどまる理由を並べてはいけないのだ。

ウォークマンは、当時は「突拍子もない」盛田／井深氏の思いつきを行動に移した成果と言える。私は大学生の頃、野外を歩きながらはじめて聞いたステレオ音源の感激は今でも忘れられない。新しい世界が広がったと感じた。

私の研究室では最近長さ20mのロボットアームを開発した(図2)²⁾。「20mの巨大アームを作ろう」と学生に持ちかけると、のってくる学生とのってこない学生がいる。のってこない優秀な学生は、教科書の理論や式を色々持ち出してできない理由を説明する。確かにそれは重要である。原理的にできないことに取り組むのは錬金術と同じだからである。しかし多くの場合、議論の前提や仮定を自ら作り、自ら可能性を制約している。工夫を凝らしその制約を突破することこそがイノベーション創出であると思う。錬金術も化学反応の枠を出て核反応まで考えれば……、専門ではないのでやめておく。



図2 20m長のロボットアーム（「できない」ことに挑戦する）

6. 問題意識を共有した異分野融合

イノベーションを生み出す一つの手法は、異分野融合である。今まで接点のない2つの「知恵」が融

合することでイノベーションが生まれる場合がある。

私の専門であるアクチュエータの分野では、特に異分野融合は重要である。私は機械工学をベースにしているが、機械工学だけの枠組みではそもそも新しいアクチュエータを生み出すのは限界に達している。材料の専門家と連携し、新しい機能材料を使うことではじめて新アクチュエータが出来上がる。応用も重要である。10 [T], -270 [°C] という特殊環境下で動くモータの開発に携わったことがあるが、これはそれを必要とする化学の研究者の情熱が牽引力となった。

異分野融合のポイントの一つは、問題意識の共有である。それぞれのバックグラウンドが違うとこれは案外難しい。分野が違うと「考え方」がそもそも違う。

例えば、工学の中でも、電気工学や機械工学といった「物理系」と化学やバイオといった「化学、生命系」とでは「実験」に対する考え方がまるで異なる。

荒っぽい言い方で当てはまらない例もあると思うが、一般に「物理系」の実験はロジックの確認である。例えば、1 Ωの抵抗に1Vの電圧をかけてみる。すると1Aの電流が観測された。これを「物理系」では「実験」と呼ぶ。

「化学、バイオ系」は異なる。この物質を細胞に注入するとどうなるか？わからないからやってみよう。これが「化学、バイオ系」でいう「実験」である。私のやっているロボットの「実験」は、「実験」ではなく「検証」でしょう、と化学の専門家に言われたことがある。生まれ育った環境の違いは、意外に根深いところで異分野融合の妨げになる。

その分野の専門家の意見、というのも鵜呑みにしてはいけない。専門家の意見というのは、いくら説明してもその専門分野の今までの常識を前提にした見解であることが多い。異分野融合というのは、それぞれの分野のそれまでの常識から一步外に出ることに価値があるのだから、十分なディスカッションをして問題意識を共有することが不可欠である。

「専門家に聞いたところ、それは非常識だ、無理だ、と言っていた」で終わってしまうケースを多く見てきた。これを超えるところに異分野融合の意義がある。

7. 相互信頼に基づく人的交流

融合のもう一つの形は、立場やバックグラウンドが異なる人間の交流である。マイクロマシンの国プロの管理業務に従事していた頃、プロジェクトに参加する多くの企業の研究者／技術者と親しく接する機会があり、社風や上司の影響がいかに大きいか痛切に感じた。紳士的に振る舞う会社、押しの強い会社、とことん研究・技術を突き詰める会社、等々、

それぞれの上司／部下の姿勢がそっくりなのだ。知らず知らずに人間は、身を置く組織や上司から非常に大きな影響と、場合によっては制約を受けていることを目の当たりにした。環境によって考え方も仕事の進め方も異なる。ときには環境を変えて、あるいは色々な人と交流をして広い視野を持つ必要がある。そしてその際、相手を認めることと、敬う気持ちが不可欠である。

民間企業、大学、公的機関、経営者という立場によっても、仕事の進め方や考え方はずいぶん異なる。私の産学官の経験では、ちゃんとやっている人はそれぞれの立場でしっかりやられていると思う。ただ、お互いの理解が不足していると感じることがある。

産学官では、研究開発に対する考え方や取組み方も明確に違うべきで、それをしっかりと認識することで産学官連携はうまく機能する。

技術開発における「学」の本来の役割は、(1)全く新しい萌芽的な技術を開拓し、その可能性を理論や実験でしめすこと、(2)「産」では保有しない特殊な実験技術や理論を使って解析／設計を行う、等であると私は考える。製品に近い段階に完成度を上げることで、当初の研究計画通りに寸分の違いなく進めること、産業界での広い実践的知識を前提とした開発は、本来「学」では無理であり、そのような産学連携では双方に満足感が得られない。また私の経験で言えば、研究費を出して数か月に一回打ち合わせをするというのではなく、「産」から実際に「学」に人を派遣することによって優れた成果につながる場合が多い。

「産」は、製品化、実用化ということにもっと注力してもよいと感じることがある。特に大企業の研究所で基礎研究を進める場合、本当に出口が見えているのか、こちらが心配になる場合もしばしば経験したことがある。中には、ちょうど貴族が抱えた宮廷楽団のように「研究所」を位置付けているのではないかとさえ思え、もったいないと思うケースもある。私がとやかく言うことではないが。

昨年ノーベル賞を受賞した東工大の大隅先生は、「研究費はもう少しばらまいたらいい」というような発言をされた。現在、「学」における研究費は、「競争」、「集中」という方針の下、競争的資金が中心の配分になっている。このため、巨額な研究予算を持つ研究者と最低限の研究活動にも困るような研究者との予算にはかなり差が出ている。こんなに極端なことをせずに、1人100万円でもいいから条件をつけずにばらまいた方が全体として日本の学術活動は上がるのではないかと、というような主旨だったと私は理解している。

「大学はぬるま湯的環境だ。民間の競争原理をもっと導入するべきだ。ばらまきなどとんでもない。」と考える方もいるかもしれない。ノーベル賞受賞者だから許される発言であって、私が言ったりすると袋叩きにあうかもしれない内容である。

しかし、「学」の現場から見ると大隅先生のご意見は十分理解できる。集中投資すべき研究があるのは事実であるし、それは重要である。しかし、研究者の自主的な萌芽的研究をたくさん行うことによってその中から将来大輪となる芽が生まれる可能性も非常に高い。「学」の研究者の能力と良心を信頼し、「官」や一部の評価者の目に留まった研究以外にも一定の研究費を「ばらまく」ことは、学術、技術の健全な発展に大きく寄与すると私は思う。

読者の皆様はどのように考えるだろうか。しかし少なくとも、色々な見方があることの許容と、相手の信頼、尊重は不可欠である。これがあってはじめて産学官連携はうまく機能する。その意味で、産学官の間の流動的な人事異動／交流は、広くバランスの取れた視野を持つ人材の育成に、必要だと思う。

8. 真のグローバル化を目指そう

大学の世界ランキングで日本の大学の地位が低いことがしばしば話題になる。

よく目にするランキングでは英語圏の大学が高得点になる評価尺度が用いられる。例えばドイツの名門大学もランキングではかなり低い。しかしドイツでは国民の間でさほど問題になってはいないらしい。ドイツ留学経験者からは留学中になぜ英語の論文を読む？ドイツ語の論文を読みなさいと指導されたと聞いたこともある。

それに対し日本では状況は異なる。「優秀な高校生は東大など目指さず米国の大学を目指す」といった報道が堂々となされ、ますます「日本の大学はダメ」風評に拍車をかける。

しかし海外の研究事情に詳しい同僚からは、「高ランキングの米国の大学が、日本の大学に比べて本当にそこまで優れているか……??」という意見も聞く。

怖いのは、一面的な価値観に振り回されて、本来の強みを見失うことである。これまで「母国語による高等教育」というのが本来の強みであった。これを単純に「ガラパゴス」と評価してはいけないと思う。鎖国（現在の歴史学ではこの考え方自体も疑問視されているようである。「価値観」というのは時代によって変わるのだ）によって、世界に誇れる独自の文化がはぐくまれた。本来の強み、アイデンティティは見失ってはいけない。

そのような意味で、多機能のハイテク携帯電話を「ガラパゴス」と自虐評価して開発の歩みを止めざるをえなかったことを実は私は大変残念に思っている。そういうときにこそ、商品／技術開発、標準化、研究開発、経営といったそれぞれの立場で、真に「グローバルな」視野をもって活動することで道は拓けるのだと思う。

9. おわりに

先人たちの努力により我が国は世界有数の技術大国、そして経済大国となった。今後、我が国が真の技術先進国としてますます発展することを願って、

私見をいくつか述べさせていただいた。

世のブームに流されすぎず、それぞれの立場で、挑戦的に、かつ謙虚で真摯な姿勢を忘れずに、真の技術先進国を目指そう。

参 考 文 献

- 1) 鈴森, ほか: マイクロロボットのためのアクチュエータ技術, コロナ社, pp. 4-9, (1998年).
- 2) 武市, 鈴森: バルーン型ジャコメッティアームの試作, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016, 2A1-17a6, (2016年).