

◆平成 30 年度 第 4 回（通算第 71 回）蔵前ゼミ 印象記◆

日時：2018 年 7 月 20 日（金）

場所：すずかけ台 J221 講義室 & 大岡山 S223 講義室（遠隔講義室）

キャリアの階段を登り続けるマルチステージな生き方

—— 世界初のインクジェット写真画質プリンター開発から今日まで ——

山口 修一（1981 機械，83 MS）(株) マイクロジェット社長，元セイコーエプソン (株)

恋愛の世界では「押してダメなら引いてみろ」が定石となっている。研究開発の世界でも思うように進まないときは発想や視点を変えてみるというようだ。特に理系人は論理的に深く掘り下げ問題を解決するのが得意だが、理詰めでは解決できない場合もある。そんなとき私たちは往々にして、窮地から抜け出すために「諦める理由」を考えたり、友人に相談して「そこまでやっただけでも偉いよ」と慰めてもらったりする。これは私たちに備わった生体防御反応のひとつで、過度のストレスから身を守るための正当な行動ゆえ否定されるべきものではない。しかし、その前に「視点を変えて問題の本質を考え直してみよう」というのが山口さんの地獄を見るような経験に基づくアドバイスだった。標語としては「押してダメなら引いてみろ」が分かりやすくいいと思うが、専門的には、視点を広げて人が思いつかない意外な活路を見いだす思考方法をラテラルシンキング (Lateral thinking) ということも覚えておきたいところだ。

山口さんの人生そのものともいえるインクジェットとの出会いの伏線は、卒業研究の研究室配属の日を間違えたことに始まり、就活では超優良企業を内定式当日にドタキャンして一からやり直し、故郷の会社に勤めることにしたことにあった。入社後 10 年間に多額の開発費を使ってさまよった地獄。それでも光は見えず周囲からの目も厳しくなる中、とうとう敗走の準備。そのような状況下で、再び地獄に戻り、インクジェットで最難関とされていたピエゾ方式の開発を継続させたものは何だったのかを見ていくことにしよう。

山口さんのプロフィール

学生時代はどん底生活 Ⅱ 山口さんが高校生の時に、父親が病に倒れ長期療養が必要になった。進学を一時あきらめかけたが、仕送りゼロでも何とかしようと思いなおし、本学の 4 類に入学した。生活費を稼ぎながらの学業は大変で、「今が人生のボトム」と自分に言い聞かせながら、機械工学科で研鑽を積み、修士までの 6 年間を乗り切った。山口さんの話を聞きながら、私自身の学生時代にも思いを馳せた。私の場合、仕送りがあったのでアルバイトに追われることはなかった。参考までに、私の支出は授業料・下宿代 (3 畳一間)・定期代・銭湯代 (週 2 回；夏場は毎日濡れタオルで体拭き)・食費 (朝はブドウパン、昼と夜は学生食堂の定食) の他はほとんど無しで、今から思えば修行僧のような生活をしていただけだが、それでも故郷で中学の同級生たちが毎日汗水流して働いていることを思えば、私は朝から晩まで好きなことができて恵まれていると思えた。仕送り無しの山口さんの場合は、アルバイトに追われ、睡眠時間を削る毎日だったのではないだろうか。

運命を前向きに受容 Ⅱ そんな中、大事な日にちを一日間違えてしまった。卒研所属の研究室を決めるために指定された教室で待っていたが同級生が誰も来ない。少し遅れてようやくもう一人やってきたので、二人でしばらく待ったが、どうも様子がおかしい。恐る恐る世話教員を訪ねると、「昨日終わったよ。君たちの分の研究室は残っているよ」というわけで、当時最も不人気の研究室に所属が決まった。不人気ということは時代の流れから取り残された技術を扱う研究室であった訳だが、山

ロさんは運命を前向きに受け入れる性分で、積極的かつ自律的に研究に取り組み、卒研そして修論「円筒後流における乱れの秩序構造」を仕上げた。日にち間違いで将来がかかった選択の機会を逸した訳だが、そのことが後述するようにインクジェットとの出会いの伏線だったとは！人生 何が幸いするかわからない。

内定式の朝にドタキャン Ⅱ M2 の 5 月（連休明け）から会社訪問を始めた。ボトムの生活から抜け出したいという一心で安定した会社（電力・ガス会社）を回り 2 社から内定をもらい、最終的に電

力会社に決めた。ところが 10 月 31 日（内定式前日）の夜、山口さんの潜在意識が顕在化し、自問を始めた：『自慢したり安心したりするために、親や友人の誰もが知る有名な就職先を選んでいないか？先が見えている道を歩んで面白い人生といえるのか？道なき道を切り拓くために この世に生を受けたのではないのか？』。目先のことにとらわれ過ぎていたことを悟った山口さんは、内定式当日の朝、電力会社の採用担当者に電話をし、正直に気持ちを伝えた。電話を受けた方も初めての経験で戸惑ったに違いない。振出しに戻って就活をし直すことになった山口さんだが、縁あって信州

表 1. 山口 修一の略歴とプリンター業界の動き

年	できごと（□: 山口さん, ■: エプソン, ■: 他社）
1957	長野県戸隠村（現長野市）で誕生
1983	東京工業大学 大学院理工学研究科 機械工学専攻 修士課程修了
1983	信州精機（後のエプソン、現セイコーエプソン）入社 開発部でピエゾ式インクジェットプリンターの開発担当
1984	エプソン社は、ドットプリンターの世界市場シェアでトップに（利益の多くはドットプリンター） エプソンもドットプリンターに代わる次世代型インクジェットプリンターの開発を手掛けてきており、HG ヘッドを搭載した最初のインクジェットプリンター“IP-130K”を発売；しかし目詰まり等の故障が多い上に 50 万円と高価格で、不評 ヒューレットパッカード(1984)とキャノン(1985)が相次いで、低価格のサーマル型インクジェットプリンターを市場に投入、さらに業務用の高価格帯ではレーザープリンターが台頭→「ドットプリンターの終焉近し」とエプソンに激震
1988	エプソンは、社運をかけて、開発リソースをインクジェットに集中
1991	ピエゾ式では既に製品化されていたバブル方式に勝てないのではないかとという“逃げの気持ち”に負けそうになったが、敗走の準備中に自分には ピエゾ式 インクジェットしかないことを悟り、視点を変えた ラテラル シンキング* で活路を見いだした（Logical thinking & *Lateral thinking）
1993	世界初の 写真画質 インクジェットプリンターを開発
1994	社内ベンチャーに応募し、採択後一人でインクジェット技術の新規応用分野の開拓に着手
1996	エプソンは、メニスカス コントロールで高精細カラー写真を実現（フォト・マッハジェット Colorio PM-700C, ¥59,800）； “化け物商品”と言われるほどの大ベストセラーに（注 3 参照）
1997	セイコーエプソン退社後、 マイクロジェット社設立 、代表に就任
2010	東京農工大学 大学院 博士後期課程入学【 博士しか相手にされない欧米対策 】
2012	光文社新書 581「インクジェット時代がきた！ 液晶テレビも骨も作れる驚異の技術」を刊行。3D プリンティングがブームになる半年前に、3D プリンターの可能性を一般向けに解説した 世界初の普及本 大阪大学 大学院工学研究科 博士後期課程に転入
2013	大阪大学 大学院工学研究科 博士後期課程修了、博士（工学）
2014	株式会社 3D プリンター総研 設立、代表に就任
2017	蔵前ベンチャー賞（授賞理由：優れたインクジェット技術を開発し、印刷用プリンターはもとより、エレクトロニクス、バイオテクノロジー、3D プリンター等への活用を普及させた。この技術はものづくり分野の 革新的コア技術 となっている）
2018	インクジェット技術に関わって 35 年；企業や大学のインクジェット研究を技術支援する傍ら、その普及のための講演活動（年間大小合わせて約 100 回）にも積極的に取り組んでいる。変化・変身は続く
	（目標）インクジェット大学の設立

精機(株)(後のエプソン(株), 現セイコーエプソン(株))
に勤めることになった。

ピエゾ式 高画質 インクジェット プリンターの開発

偶然の巡り合わせ 〓 エプソン社では山口さんの希望どおり開発部に配属された。そこの部長は東工大出身で、なんと同じ研究室の先輩だった。「君のテーマはもう決めてある。流体が専門ならインクジェットだ。これからオフィスに PC とプリンターが普及する。現在のドットプリンター (Dot-matrix impact printer) は、わが社の稼ぎ頭ではあるが、打音が大き過ぎオフィスではうるさくて使ってもらえない。印字音の静かなインクジェットプリンターを開発してくれ」というわけで、意気軒昂 (けんこう) の日々が始まった。

しかし、そんな日は長くは続かなかった。山口さんたちが目指したインクジェットは聞きしに勝る難攻不落の技術だったのだ。その上、多くのメーカーが PC と共に急速に普及するドットプリンターを見て、それに代わる静音・低消費電力型のインクジェットが開発できればプリンター市場を席捲 (せつけん) できると考え、インクジェットの開発競争に参入してきていた。

伏兵のデビューに翻弄された本命 〓 インクジェッ

ト技術には主要なものとして (1) サーマル方式と (2) ピエゾ方式がある。前者のサーマル方式では、微小なノズルの内壁の一部に (半導体製造技術を用いて) ヒーターを取り付け、これを瞬時に約 300℃ に加熱して気泡を発生させ、その膨張圧でノズルからインク滴を射出するので、バブルジェット方式とも呼ばれる。この方式は、偶発的なできごとがきっかけになって開発され、1980 年代半ばに実用化された。本方式の開発にも本学出身者が深く関わった。(注 1)

ピエゾ方式では、電圧を加えると変形する圧電素子 (piezoelectric device; piezo = press) を用い、スポイトのように、インクを射出する (図 1)。一般消費者向けのオンデマンド型インクジェットプリンターが構想された当初からピエゾ方式は“本命技術”と考えられ、多くの企業が開発にしのぎを削った。しかし、インクジェット技術自体が極めて複雑かつ微妙な要素を多く含む高度な技術であることに加え、ピエゾ方式特有の課題もあって難航していた。特に、印字が自然に見える 150 dpi (dots per inch) を実現するには、極細ノズルから数 10 pl (picoliter, 10⁻¹² l) のインク滴を吐出しなければならないが、ノズルが細いために目詰まり問題が解消できなかった。実際 エプソン社では 1984 年に最初のピエゾ式インクジェットプリンター (IP-130K) を 50 万円で売り出したが、目詰まりして使い物にならな

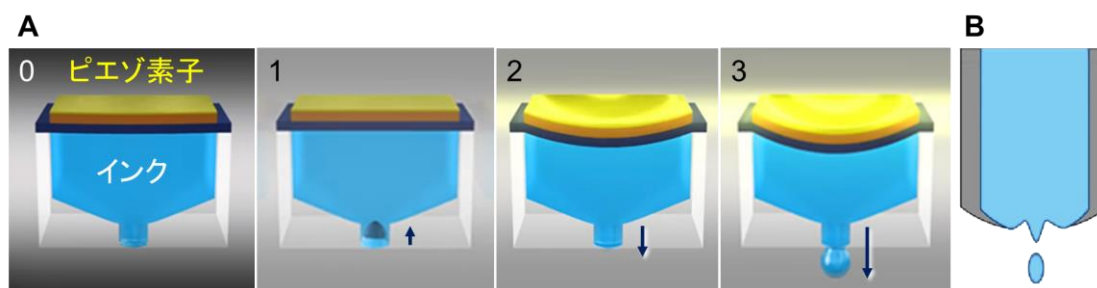


図 1. ピエゾ式インクジェットプリンターの原理(A)及び“引き打ち”による液滴サイズの調整(B)。一旦ノズルにかかる圧を負圧にして、インクをわずかに内部に引き込んでから(ステップ A1)、タイミングを見計らって押し出すと(ステップ A2~A3), B のイラストのように、内側に凹んだインク面の中央部分が周辺部よりも速いスピードで飛び出し、ノズル口径よりも小さい液滴を打ち出すことができる。このように液滴のサイズを変えることができる点がピエゾ方式の利点の一つとなっている。▼ピエゾ方式の課題は、ピエゾ素子をなるべく小型化し、それになるべく低い電圧をかけて、大きな歪みを生じさせることだった。そうすればサーマル方式(BJ)に匹敵する高集積化と低価格化が実現できるからだ。この問題をクリアするきっかけも偶発事象(注 3)によってもたらされたのは興味深い。

いと酷評されてしまった。

“泣き面に蜂”というのだろうか、そんな時にヒューレットパッカード(HP)とキャノンから相次いでサーマル型インクジェットプリンター(=バブルジェット **BJ** プリンター)が10万円を切る価格で市場に投入された(注1)。そして、それらが急速にエプソンの独壇場だったドットプリンター市場を侵食し始めた。さらに業務用の上位機種はレーザープリンターに駆逐されつつあった。『日経エレクトロニクス』の記事(注2)では、**BJ**の出現を「“侵略者”現る」、レーザープリンターの台頭を「さらなる“刺客”も」と表現している。

社運を賭けて 〓 危機感を強めたエプソンは、経営資源をレーザーとインクジェットに集中的に投入した。会社の将来を託された山口さんたちは必死に頑張ったが、ピエゾ方式が抱える問題点(**BJ**に比べ、ノズル間隔が広すぎる；製造コストが高い；ヘッド中の微小な気泡による目詰まり)は簡単には解消できなかった。特に山口さんはノズルの目詰まり問題に悩まされていた。論理的に徹底的に突き詰めて目詰まりの原因を取り除こうとしても、うまくいかないのだ。

「考えてみれば、入社以来8年にもわたって必死に努力したが失敗の連続で、いまだにピエゾ式インクジェット技術の本質が見えない。ピエゾ方式は制御面で優位とはいえ、価格面では比較的ローテクのサーマル型 **BJ** に太刀打ちできそうにない。この間にキャノンやHPは**BJ**の開発・改良で目覚ましい成功を収めている。これだけ差をつけられたらもう追いつけないのではないか。ピエゾ方式は目の目を見ることなく、エプソンも消え去る運命では」と悲観的になり、山口さんは転職を考えたりもしたそうだ。

逃げの気持ちがピークだったとき、国家資格(弁理士など)を取って独立することを考えた。毎朝、早起きして試験勉強をしてみたが、好きでもない法律の勉強となると身が入らない。ますますネガティブな状況に追い込まれた。悪循環を断つために、自分の強みを再検証してみることにした。

「自分が持っているもので世界に通用するものは

ないか？」と考えてたどり着いたのがほかでもない“インクジェット”だった。これまで多くの時間を費やし、かつ莫大な資金を投入してもらった。これだけの経験をした人は他にいないだろう。失敗の数で世界一ということは、失敗の数だけノウハウを蓄積してきているわけだから、単にまだ結果が出ていないというだけで、技術的には世界一のレベルに達しているはずだ。

丁度その頃、経営陣もインクジェットの開発を継続するか否かのタイミングを見計らっていた。今回が最後になるだろうというプロジェクトに山口さんも心機一転参加することにした。しかし、10年近くやってうまくいかないことが、気持ちだけ頑張るぞと思っても壁を越せるほど甘くはない。ノズルの目詰まり問題は、頑として山口さんたちの目の前に立ちはだかり続けた。

ラテラルシンキングで窮状打開 〓 わずか30 μ m(1

ミリの $\frac{3}{100}$)程度の微小ごみ1個がインクに混じっ

ていてもダメ、さらには10 μ m程度の気泡が1個入って流れてきてもノズルが詰まり不安定になるとなれば、もう手の打ちようがない。特にインク溶液には空気がわずかに溶け込んでおり、温度変化や何らかの刺激で極微小な気泡が生じるのは原理的に防ぎようがない。こうなると諦める理由は十分だが、山口さんはこの技術に賭ける決心をしていたので、「もう後戻りはできない。何か方法があるはずだ」と視野を広げて考え直してやることにした(ラテラルシンキング **Lateral thinking**)。そして以下のことに気づいた。

これまで目詰まりしないプリンター作りを目指したが、実際に客が求めているのは、印刷がきれいなプリンターであって、目詰まりしないプリンターではない。それならば目詰まりが発生しても綺麗に印刷できないか、すなわち「目詰まりしても、人間の目には見えないようにする方法はないか？」と開発者たちは考え、新しいアイディア(分割印刷)に辿り着いた。

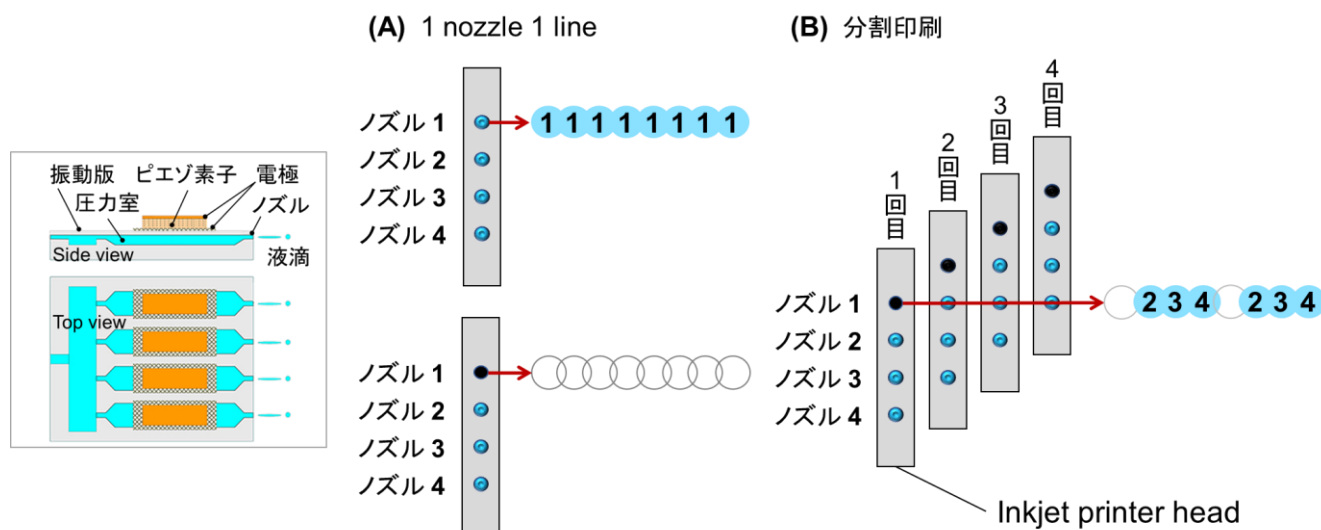


図 3. 不具合を見えなくする分割印刷。(A) 1 個のノズルで 1 本のラインを形成する場合は、例えばノズル 1 が目詰まりしたらラインは形成されない。(B) ノズルを入れ替えて 1 本のラインを印刷すると、ノズル 1 のドットが欠けていても、隙間が小さいので人間の目にはラインに見える。ただし、細胞相手の時は 目詰まりは避けなければならない(理由は山口さんの論文参照: Shuichi Yamaguchi et al. 2012 **Biofabrication** 4 045005)。

分割印刷で解決 Ⅱ 通常の印刷法では、ヘッド部に多数並んだノズルの 1 個が目詰まりすると、そこが白線(用紙色)として抜けてしまう(図 3A, 下)。しかし、図 3B のようにヘッドをずらして分割印刷すると、仮にノズル No. 1 が詰まっても、ラインは印刷でき、白く抜けた No. 1 の小さな点は私たちには視認できない(ヒトの目には 30 μm 以下のものは見えない)。ラテラルシンキングの威力を如実に物語るエピソードだ。今やインクジェットプリンターは私たちの身の回りに溢れている。そのヘッドが左右に動くのを見たら、ラテラルシンキングを思い出し実践しよう。

これまで教育の現場ではロジカルシンキング(論理的思考)に重点が置かれてきた。しかし、どんなに優れたロジカルシンキング能力の持ち主をたくさん集めても壁を打破できないことが多い。全員が論理的に突き詰めていく結果、同じ結論に達し、新しいアイデアが生まれなくて玉碎してしまうからだそうだ。研究開発やビジネスの最先端では、いかに人と違うことをするかが極めて重要になっている。一昔前は、「変わり者が斬新なアイデアを出す」といって片付けられてしまい、それ以上深掘りされなかったが、山口さんの

ように「ラテラルシンキングを習得した者のみが斬新なアイデアに辿り着ける」というように言い換えると、誰にでも当てはまるがよく納得できる。もちろんロジカルシンキングが基本ゆえ、それをとおろそかにしてはならない。両者の組み合わせが重要なのだ。

Finish そして再び Challenge Ⅱ どん底からの起死回生のホームランのお陰で——もちろん山口さんのホームラン 1 本だけでインクジェットビジネスで優位に立てたわけではないが——売り上げゼロだったものが、1 年後には数百億円(現在は約 7,000 億円)となった。これで山口さんのサラリーマン人生も安泰、「ひょっとしたら将来は……」と考えたところだが、またしても心の声が聞こえてきた:『それでは先が見えた人生ではないのか。1 を 10 にする人、10 を 100 にする人も必要だが、お前はゼロから 1 を作り出す人であり続けるのではなかったのか!』というわけで、製品の改良による高機能化・低価格化路線には興味を失ってしまった。そしてもう一度「ゼロから挑戦したい」と思い、ロジカル & ラテラルシンキングを繰り返した。ほどなく思いついたのが、「そうだ! 色のついたインクの代わりに“機能を持っ

た液”（細胞・DNA・タンパク質・金属微粒子・カーボンナノチューブ・紫外線硬化剤 etc.）を使えば、いろんなものがつくれる」というアイディアで、わくわくしてきた。



図 4. 山口さんの著書。インクジェット技術を分かり易く説明した上で、この技術が製造業・医療のみならず、私たちのライフスタイルまでをどのように変えようとしているのかを解説。微小な液滴がもたらした 21 世紀「デジタル「ものづくり」革命」の入門書。

インクジェット技術の魅力は山口さんの著書（図 4）に詳しく書かれている。一言でいえば、必要な時に、必要な部位に、必要な量だけ塗布すればいいので、省資源・省エネルギー・省スペース・オンデマンド・多品種少量・オーダーメイド生産が可能となり、21 世紀に求められる“デジタルものづくり”の望ましい要素をすべて包含している技術だそうだ。確かに IT に欠かせない電子基板を作る際にエッチングが不要となれば環境汚染の原因となる化学薬品を使う必要がなくなる。材料の無駄がなくなるのも魅力で、場合によっては従来の数千分の 1 の量で済むというから驚くべき省資源化だ。

色以外の機能を持った液体を用いて電子材料の塗布や 3D プリンティングを行えば、製造業に革命をもたらすことができることに気付いた山口さん。目の前に広がる広大な創造の原野に気持ちが高ぶったことだろう。

社内ベンチャーを経て独立 (Microjet 社の設立) || タイミングよく社内ベンチャーの募集があったので

応募し採択された。山口さん 1 人で、インクジェット技術の新規応用分野の開拓に乗り出し、3 年かけて利益を出すまでに育て上げた。本来は分社化する予定であったが、会社の都合により分社化ではなく事業部でこの事業を継続することとなった。山口さんとしては後戻りはできないので、会社を辞める決心をし、退社後に MICROJET 社を設立し独立した。社内ではプリンター用途に限定され、本来やりたかったものづくりへの応用の道が閉ざされてしまうことを恐れたのだ。

博士号の取得と本の執筆 || MICROJET 社を設立した山口さんが相手にするのは、当然、世界だ。しかし欧米では、いくら「自分の技術は世界一だ」とアピールしようとしても、博士号 PhD を持っていないのでは相手にしてもらえない。製薬業界では PhD でないと就職のための面接もしてもらえないと聞いていたが、どの分野でも PhD は運転免許証のようになりつつあるようだ。そこで、山口さんは大阪大学の森島圭祐 研究室で博士課程学生となり研究を続け、3 年かけて「インクジェットによる 1 滴 1 細胞プリンティングに関する研究」をまとめ、学位を取得した。

この間に、以前からの強い希望だった一般向けの解説書の執筆にも取り組み、ライターである山路達也さんとの共著で、インクジェットの仕組みからわかる入門書（図 4）を出版した。「博士論文」と「本」の 2 兎を追うとなると、仕事とプライベートが一体化している山口さんにもこたえたのであろう、最終盤では（博士論文のもととなる学術論文を英文誌に投稿する際には）睡眠不足がたたり、一時期体調を崩した。

デジタル“ものづくり”革命の推進と周知： 本のインパクトは期待どおりで、メディアや講演依頼が殺到するようになった。講演は大小合わせると年に 100 回を超えるペースだと聞いて、「なるほど、今回の話はよく心に響いた」と思った人も多いだろう。出版のタイミング（2012.5.20）が絶妙で 3D プリンター・ブームが到来する半年前、かつベストセラー作家の Chris Anderson が

『MAKERS 21 世紀の産業革命が始まる』
(2012.10.23) を世に出すよりも半年早かったことから、山口さんは一躍時代の寵児となった。新会社「(株) 3D プリンター総研」の設立につながるとともに、多くの企業のコンサルタントやアドバイザーを務めることにより、インクジェット/3D プリンティングによる生産革命の先導役を果たしている。現在は、世界最古の経営戦略コンサルティング会社“アーサー D. リトル (Arthur D. Little)” のシニアアドバイザーにもなっている。

インクジェットは日本が優位にある数少ない技術 Ⅱ
こう聞いて嬉しくなった。インクジェット技術は複雑で真似しようと思っても、山口さんたちが経験したのと同じ失敗を繰り返す可能性が高く、追いつくのに 10 年にかかるそうだ。それだけに地獄を経験した山口さんらの失敗を生かすことが極めて重要になるので、数少ないインクジェットの専門家にコンサルティングを乞う以外に短期間にプロジェクトを成功させる道はなさそうだ。これから社会に出て、グローバル経済の次の大きな波 (インクジェット 3D プリンティングの波) に乗って仕事をする若手には是非知っておいて欲しい情報だ。日本のメーカーと覇権を争っている HP 社の Web ページにも次のように書かれている: Due to patent protection (and highly advanced physics and chemistry), these printheads were almost impossible to "clone".

学んだこと & 実践していること —マルチステージな生き方—

これまでの経験を通して、山口さんは次のようなことを学んだそうだ: ① 諦める理由を考えるのではなく、「どうしたらできるか」だけを考える。② 努力はすぐ成果につながらない。短期間に多大な成果を期待してはいけない。日々直線的に努力しても成果はそれに比例しない。水を沸騰させるイメージだろうか; かなり熱した後でないと蒸気は出てこない。10,000 時間 10 年を一区切りと考えよう。③ 失敗している間も人は成長している。むしろ、人が成長できるのは壁にぶつかって

逃げずに挑戦しているときだけと思った方がよい。課題こそが自分を育ててくれる。悩みの向こう側にしか成長した自分の居場所はない。

そして絶え間なく押し寄せてくる大きな“課題の波”を乗り越え、乗り越える毎に一つのステージを終え、また新しい“課題の波”に挑戦していくのが マルチ ステージな生き方 で、山口さんにとっては理想的なキャリアだそうだ。人生 100 年時代といわれる現代、マルチステージなキャリア設計が重要となるだろう。山口さんは、本講演のタイトルにあるように、一つの成功に安住せず、キャリアの階段を登り続けてきたが、自分自身のこれまでのキャリアを次のように総括している: Stage 1 エプソン入社, Stage 2 社内ベンチャーの立ち上げ, Stage 3 マイクロジェット社設立, Stage 4 博士号取得のために博士後期課程に入学, Stage 5 著書をきっかけに新会社 3D プリンター総研を設立, Stage 6 別会社の取締役就任。Stage 7 として、山口さんの目標である“インクジェット大学の設立”が早期に実現することを期待しよう。

パネルディスカッション

＜定年がなくなる時代のあなたが描くキャリア形成とは＞

安定を捨てて成長すべし

安定を求めても、安定はもはやどこにも存在しないのではないかと。いい大学に入って、いい企業に就職すれば安泰という考えは、既に時代遅れで破綻しているそうだ。山口さんのように「“安定”に興味がない人」は乱世に強い。しかし、多くの人は本能的に安定を求めて努力する。正規分布 (釣り鐘型, Gaussian distribution) を基本とする自然界ではそういう平均的な人たちの生存確率の方が高いからだ。21 世紀に入ってから、私たちの社会ではいつの間にか正規分布が崩れ、富裕層と貧困層の二極化が進んでいる。この異常事態下では、山口さんの真似は無理にしても少しは見習い、安定志向を弱めるべきなのだろう。とにかく「名前だけで会社を決めてはいけません。必ず後悔します」とのことだった。多くの東工大生が就職先と

して指向する大企業では、マスプロダクションの時代にはその完成された分業システムが有効だったが、これからのマス カスタマイゼーション (mass customization) の時代にはそのシステムが逆に障害となる。アメリカでは優秀な人ほどベンチャー企業に行く傾向が強いが、日本もやがてそのような傾向になるだろう。

計画的偶発性とは？

常に外界とつながっていることが重要だ。“計画的偶発性”とよく言われるが、“計画的”を“外界とつながる努力”に置き換えると分かり易いだろう。実際、山口さんの本の執筆や博士号の取得を後押ししてくれたのは社外での勉強会で知り合った人たちだった。狭い世界に閉じこもっていては、マルチステージな生き方は難しい。

計画的偶発性は、1999 年に Mitchell, Levin, & Krumboltz によって提唱された「Planned Happenstance: Constructing Unexpected Career Opportunities」という概念だが、うまい訳語がないために分かりにくくなっている。普及本のタイトル「Luck Is No Accident (その幸運は偶然ではないんです!)」が分かり易い。運がいい人は必ず、多くの人と出会いながら地道な努力を重ねているのだ。フランスの細菌学者パスツール (1822~1895) は “Chance favors the prepared mind” と言っている。

人生で制限されているのは時間のみ

山口さんは、お金を節約するために時間を使うのは本末転倒だと考えている。裁判で勝っても貴重な時間を失ったのでは意味がないそうだ。形式的な会議とその準備のために多くの時間を使うなどはもってのほかだ。

会社に入って、何となく過ごして、気づいたら、40 歳・50 歳になっていたというキャリアは最悪だ。それを避けるためには、バック キャスティング (Back casting: 未来のある時点に目標を設定しておき、そこから振り返って現在なすべきことを考える方法) も勧められた。就職して最初の 10 年がカギだそうだ。既に 35 年が経過した山口さんは、ワーク・ライフ バラン

スでいうワークとライフがシームレスに一体化しているからだろうが、100 歳まで現役を続けるつもりで、フォア キャスティング (Forecasting: 軸足を現在に置きロードマップを考える手法) とバック キャスティングを組み合わせて、要所要所で自分のキャリアを設計してきているそうだ。

(注 1) サーマル インク ジェット (バブルジェット, Bubble Jet) の開発を主導した先輩: 本学の化学工学科を 1964 年に卒業し、キャノンでインクジェットの開発を成し遂げた遠藤一郎の仕事にも触れておきたい。キャノンの歩みを紹介した Web ページ

(<http://web.canon.jp/technology/approach/history/print-tech.html>) には以下のように記されている: “1970 年代半ば、キャノンはいち早くインクジェット技術の幅広い可能性に着目し、開発を進めていました。…そんなある日、小さなアクシデントが起きました。ある技術者*が実験中、身近にあったインクを詰めた注射器の針に熱したハンダごてが触れ、針先からインク滴が勢いよく噴出したのです (図 2)。熱を利用できないかという着想が「確信」へと変わった瞬間でした。これをきっかけにさまざまな実験と検証を重ね、ヒーターの加熱でインク滴を吐出させるという独自のインクジェット技術が誕生。1977 年 10 月 3 日、キャノンは世界初のサーマルインクジェット (バブルジェット) 技術の基本特許を出願しました”。製品化は 1985 年。参考文献: 遠藤 一郎, 「バブルジェット発明の頃」 in “Imaging Today 『創造の原点を探る』”, 電子写真学会誌 33 巻 3 号, 246-247, 1994.



図 2. バブルジェット発明のきっかけとなった「ハンダごてと注射針」.*若いエンジニア(佐藤 靖)が半田ごてを使って回路を作っている時に、インクの入った注射器に半田ごてが偶然触れ、インクがピュッと飛び出した。見過ごされそうな小さなアクシデントで、本人も新しい発明につながると思わなかったに違いない。上司の遠藤さんはこの現象に興味を持ち、再現実験を試みた。「オッ、これは ひょっとしたら

ひよっとするぞ」と直感し、すぐに本格的なインクジェット開発チームを組織し、バブルジェット BJ インクプリンターを世に出した。

◆ ヒューレット パッカード社 (HP, Hewlett Packard) でのサーマルインクジェットプリンター開発のきっかけとなった偶発現象も見ておこう (出典,

<http://www.hp.com/hpinfo/about/hp/histnfacts/museum/imagingprinting/0011/>)

: The invention came about when an engineer working on developing thin-film technology for integrated circuit applications was testing the response of a thin silicon-based film to electrical stimulation. The electricity superheated the medium, and droplets of fluid lying under the film were expelled. An idea was born. What if you could finely control these jets of fluid?

秘密裏に開発を進めていた HP 社は自分たちが独走態勢にあると確信していたが、1982 年にアムステルダムで開かれた会で日本のキャノンも同レベルにあるという衝撃的な事実を知ることになる。基本特許はキャノンに 2 年ほど遅れたが、製品化は 1984 年でキャノンより少し早かった。

(注 2) 田野倉 保雄, 「インクジェット・プリンタ “Colorio” の開発」, 日経エレクトロニクス, 2000 年 2 月 14 日～5 月 8 日号。

(注 3) エプソンの碓井 稔 (現社長) は、新型ヘッドの開発で苦労していた。(以下、日経エレクトロニクス 2000 年 2 月 28 日 pp.185-187 からの引用) …そんなとき、たまたま本社から電話があったんです。「インパクト・プリンタ (= dot printer) の駆動部分向けに圧電素子の売り込みがあるから出てくれ」って。何でも、インパクト・プリンタのワイヤを圧電素子で駆動させているメーカーがあって、

エプソンも同じ方法でやってみないかという売り込みでした。当時は電磁石でワイヤを動かすのが主流だったんです。◆でも、インパクト向けでしょ。こっちはインクジェットのことで頭がいっぱいだったし、この忙しい時期になんでまた、って感じがありました。だけど、本社からのお願いじゃしょうがないかってことで、お付き合い程度の気持ちでプレゼンテーションを聞きに行ったんです。◆インパクト・プリンタで使った場合の構成図とか圧電素子の現物とか、見せられてね。そうだな、現物は 2 mm×3.5 mm×10 mm くらいだったかな。厚さが 20 μm 程度の薄いシート状の圧電素子の両面に電極を形成して、それを何枚も重ねて焼結しているとか説明していました。◆いすれにしろ、自分には関係のない話だと思ってたから、「早く終わらんないかな」なんて不謹慎なこと考えてね。同席したインパクト・プリンタの開発部の人、あまり興味を持てなかったみたいだし。◆ただ、聞いているうちに「もしかして、これってインクジェットでも使えるんじゃないか。いや、待てよ。すごく向いているんじゃないか」って気付いたんです。説明が本当だとすると、23 V くらいの低電圧で 1 μm も変形することになるんですよ。◆ゾクゾクっときましたね、そのときは。それまでは 150 V で、たったの 0.1 μm。これとは大違いでしょ。これだけ圧電素子の変形量が大きければ、キャビティを小さくしても、必要量のインクがきちんと飛び出すはずですよ。そうすればヘッドもかなり小さくできる。もちろん、プリンターも小さくなる。「これだよ、これ、これ。俺が探していたのは。いいものを見つけたぞ」って、思いました。…(これが “化け物商品” といわれるベストセラー製品の開発につながった)

(東京工業大学 博物館 資史料館部門 特命教授 広瀬茂久)