



道は拓かれる

石川 陽一

父の起業

エイブルの創業は1949年に父、石川茂雄が勤めていた消火器会社が倒産したことがきっかけです。電気技術者だった父の技術を頼って、倒産した会社の取引先がヒーターやリレー回路の製造を頼んできて、狭いアパート内で家内工業が始まりました。母親の実家から借金をしながらも仕事だけは忙しかったようです。仕事の幅が広がり、画期的な石油関連の自動試験器を次々開発していきましたが、商才がなく、販売や価格は代理店任せだったのでいつも貧乏でした。

運命の出会い

私が小学校1年生の時、新宿へ引っ越しました。引っ越した時、水道が引けておらず、近所の共用井戸へ水を汲みに行きました。バケツを2個持って井戸まで行ったものの、汲み方が分からずにうろろしていると、同じくらいの年恰好の少年が来て、黙って手本を見せてくれました。井戸のレバーに飛びつき、ぶら下がって体重でレバーが降りてくると、今度はレバーに腹を乗せて押し下げます。レバーを離すとレバーは自動で上がりリセットされます。これは面白いと繰り返すと2個のバケツはすぐに満杯になりましたが、1個持つのもやっとです。その少年は2個とも持ち、私の家のそばに置いて、あとは自分で持っていけないとカッコがつかないだろうと言って帰ってしまいました。バケツ1個を両手で持って家へ帰ると、もう1個はどうしたと聞かれ、事情がばれてしまいました。76歳の彼はいまだに優しく、天才的な設計力を駆使して新製品開発に携わっています。彼がいなかったら自分の開発人生はなかったと思っています。

大学時代

私は高校では物理と化学を選択したので、生物を勉強したのは中学が最後でした。大学は横浜国立大学の電気化学科に入学しました。大学では卓球部に入り、と言っても1年生が60人も入部し、台は2台しかないのとて



図1. 2017年全日本マスターズ出場 (著者)

も練習などできず、ひたすらトレーニングとジョギングばかりしていたので、大学の運動会のマラソンではいつも卓球部が1位でした。当然卓球は上手くなりませんが、いまだに続けていて、2017年は東京代表として全日本マスターズに出場し、ベスト16でした(図1)。今は卓球の人気がありますが、歳をとってもできるスポーツとしてお勧めです。

同級生に元東京工業大学学長の相澤益男君と、元東京理科大学学長の藤嶋昭君がいます。4年生の時、卒業旅行を兼ねてクラスで会社訪問ツアーに行き、九州の八幡製鐵所(現新日鐵住金株式会社)で解散しました。解散後、両君と3人で観光しながら帰ることにしたのですが、すぐに持ち金が尽きて、仕方がないから夜行で帰るかとか相談していました。そうしたら、偶然我々と同じボックス席に座っていて我々の会話を興味深そうに聞いていた同年代の女性が、自分は神田から一時帰省するところなので家に泊まるか、と言ってくれました。彼女は自宅に電話し宿泊の了解を取り付けてくれ、突然お邪魔することになりました。ご家族と夕食をいただき歓談していると、小学校4年生くらいの男の子がお母さんに、「あなたは勉強の時間だから部屋へ行きなさい」と言われしぶしぶ席を立つと、藤嶋、相澤両君が勉強を教えに行くと言って男の子について行きました。1時間半くらいして彼らが戻ってくると、次いでお母さんと男の子が来



図2. 藤嶋君（左）の文化勲章受章の祝辞を述べる相澤君（右）

て、男の子が目を輝かせ、今日は勉強が楽しかった、勉強が好きになった、と感動していました。将来の学長二人を家庭教師に雇った少年は今何をしているのでしょうか。相澤君は、学長引退後は内閣府の議員、ついでJST顧問に、藤嶋君は、東京大学の学生時代に発見した酸化チタンの光触媒効果を発展させ、昨年度の文化勲章を受章し、両君とも現在も活躍しています(図2)。

サラリーマン時代

父は相変わらず個人事業でアルバイト数人の事業だったので、私は初めから家業を継ぐ意思がなく、電池会社に就職しました。一生奉職するつもりだったのですが、何をやっても良いという、今でいうベンチャー創生事業に配属されたものの研究の目標を見失い、このままでは人生に脱落する、と何となく天からの声が聞こえたのか、入社2年を待たず、後の人生設計もないまま退職してしまいました。行くところもないので父の事業の手伝いをしていましたが、生来勉強が嫌いなので、父が構築したメカトロニクスを勉強する気にならず、大学の同級生が手ほどきしてくれた酸素センサーとイオンセンサーを作り始めました。

生物との出会い

酸素センサーを作った、当時東京工業大学鈴木周一研の助手になったばかりの相澤君に使い道を相談したところ、ちょうど研究テーマだったバイオセンサーに使ってくれました。図3がその時のバイオセンサーです。グルコースオキシターゼを固定した固定化酵素を酸素センサーの感応面に固定します。グルコースが酸化されると酸素が減るので、酸素の減少量を測るとグルコース濃度を計測できます。酵素の種類を替えるとそれぞれ新しいセンサーができ、次々と論文が発表されました。バイオセンサーの開発には酸素センサーが必須だったので、相澤君に相談したのはお互いにドンピシャのタイミングで

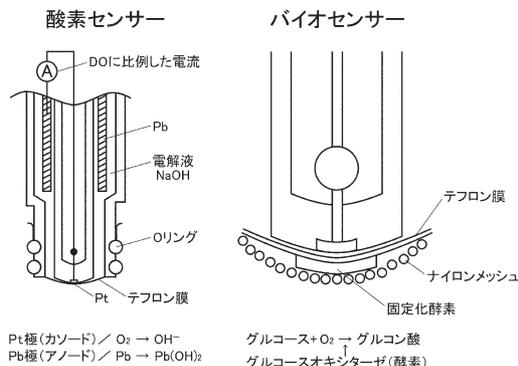


図3. 酸素センサー・バイオセンサー模式図

した。ある時、学生だった松永是さん(元東京農工大学学長)に、酵素ではなくゲル状の酵母を固定したいと言われ、翌日、ゲルを塗りつけたナイロンメッシュを酸素センサーにワンタッチで固定できるセンサーを作って持ち込みました。目的を知らなかったのですが、これがBODセンサーの原型で、その後JISに登録されました。

鈴木周一研究室に出入りしているうちに軽部征夫助手(元東京大学先端科学技術研究センター所長、現東京工科大学学長)とともに鈴木先生に呼ばれました。「勝手に研究室に出入りするな」と怒られるのかと恐る恐る行ってみると、「今日から石川君を鈴木研の門下生にするから名簿に載せておくように」と軽部先生に言われ、突然、鈴木門下生にさせていただきました。鈴木研は学生だけでなく、企業から多くの研究生を受け入れていて、その人たちとの交流がその後の財産になりました。

発酵用酸素センサー開発

鈴木先生に、横浜国立大学の先輩で、オリエンタル酵母工業株式会社の研究所長(当時)の大橋実さんを紹介していただきました。大橋さんに、カタラーゼを利用した過酸化水素測定器の開発を依頼され、これが終わるとパン酵母の培養で使う発酵用酸素センサーの開発を手伝ってほしいとのご依頼をいただきました。DOが計測できない時代は、杜氏のような人が勘に頼って攪拌回転数や通気量を調整して発酵を制御していたので、DOセンサーは発酵業界から渴望されていたのです。カナダ留学から戻ったばかりの正田誠さん(元東京工業大学教授)が前任で開発していたのですが、名古屋大学へ就職が決まったので、私はその後釜でした。正田先生ともしばらくオリエンタル酵母の研究室でご一緒し、ガス透過チューブを介して培養液に酸素を供給する遊びの実験をして、のちにそれを動物細胞培養で泡を出さずに酸素を供給する装置や、培養液から炭酸ガスを除去する装置と

して実用化するおまけもつきました。ご依頼いただいた発酵用酸素センサーを引き受けたものの、滅菌操作も知らない素人が開発をするなど無謀でした。試作し、試験をするとすぐ壊れましたが、大橋さんは壊れたセンサーを都度買い上げてくれました。何回も壊れて、その度に壊れたものを買っていただくのは申し訳なく、壊れたら壊れた部分だけを交換できるように作ろうと思い、分解可能にしたところ、まったく壊れなくなりました。このような資金援助と大橋さんの熱意により、世界初の130度で50回蒸気滅菌しても壊れないセンサーが完成しました。オリエンタル酵母社内では、このセンサーを自社だけで囲い込み、発酵で優位に立とうとの意見もあったようですが、オリエンタル酵母が販売してくれて、私もお客様に直接販売しました。父が代理店から注文をもらって石油試験器を作っていて、「ユーザーとの接触がないので情報不足だ」と嘆いていたのを教訓に、代理店は使いませんでした。初めての行商経験でしたが、お客様は歓迎してくれて、ついでにお客様からpH、溶存炭酸ガス、排ガス、アルコール、泡など各種のセンサーやオートサンプラーなどの開発依頼をいただき、センサーなどが品揃えできました。アメリカの培養装置メーカーからも200本、300本と大量のDOセンサーの注文をいただき、アメリカの培養業界の規模の大きさを実感しました。

コンピュータ制御式培養装置

こんな行商をしているうち1978年、武田薬品工業株式会社からコンピュータ制御式5L培養装置8台をホストコンピュータとLAN接続した一連のシステムのご注文をいただきました。当時はまだパソコンは生まれておらず、培養コントローラもホストコンピュータも基板や特殊な言語から作り出さないとはいけません。さらに悲劇的なことに、当社にはコンピュータ技術者がいません。注文する側も受ける側も無謀を越えて命がけです。仕方がないので、社会性には欠けるが培養コントローラとホストコンピュータのハードとソフトを開発できそうな素浪人を二人探して、それぞれに仕事を委託しました。素浪人を先生に社員が張り付き、最後には武田薬品の会議室を1年近くお借りし、合宿状態で完成させました。納期は遅れ、夜中まで仕事をして、この間にお客様だけでなく社員含め周囲にどれだけ迷惑をかけたかと思うと身の毛がよだちます。ともかく、攪拌、pH、DO、DCO₂、排ガスO₂・CO₂、温度、ORP、泡、3種類のフィード液を制御する世界初のコンピュータ制御式5L培養装置が完成しました(図4)。これを企画した武田薬品の研究者



図4. コンピュータ制御式微生物培養装置 (BMZ型)

は、「良い装置ができたので売って儲けてください、武田はこれを使って儲けます」と装置の販売に制限をつけるどころか、販売の応援をしてくれました。

これと同様に今でも生産プラントなどでは、実力以上のご注文をいただくことがあり、都度社員や外注業者に現地で長期間滞在するような負担をかけるのですが、目標や目的が明確なせいか、仕事がかついと不平を言う社員は一人もいませんでした。

このような付き合いを色々な企業や先生とさせていただき、技術修得と品揃えができました。

培養装置の変遷

当社が5L培養装置を作り始めた1980年頃は、抗生物質やアミノ酸生産の最盛期で、数百トンの培養槽が日本中で稼動していました。その培養条件検討には菌濃度、基質、生産物、pHなどの各種の測定のために大量の培養液が必要だったので、30L以上の培養装置を数十台並べて培養するのが普通でした。pHやDOがオンラインで計測できるようになり、その他の成分も少ない液量で測定できるようになると、培養槽は5L、3Lなどと小型化し、今では培養槽内壁に蛍光物質を貼り付けて槽外から励起光を照射してpH、DOが計測できるので、さらに小型化が進んでいます(図5)。

15年ほど前、お客様からシングルユース培養装置を輸入して欲しいとのご要望をいただき、WAVE BIOTECH社、次いでXCELLEREX社の輸入元となってシングルユース培養装置の販売を始めました。2000L培養槽を使い捨てるとは思ってもよらなかったのですが、アメリカ人の発想の大胆さと開発の行動力に驚きました。当初トラブルが多く、メンテナンス部隊が駆けずり回っていましたが、プラントの立ち上げが速い、培養槽の洗浄や滅菌が不要などのメリットから着実に浸透して

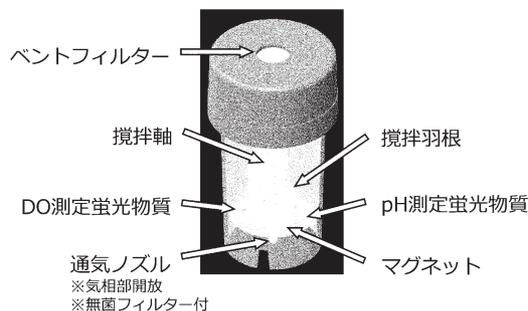


図5. 蛍光式pH・DOセンサー付30 ml シングルユース培養槽

いきました。今では両社ともGE社の傘下になり、当社は商流から外れましたが、パンデミック時にも同種の培養装置を供給できるように、MAB（次世代バイオ医薬品製造技術研究組合）プロジェクトのご支援の下で同等品の開発を急いでいます。

学位取得

初めて小林猛先生（元名古屋大学教授）にお会いしたのは、酸素センサーの行商のために名古屋大学を訪問した時でした。小柄の（すみません）小林先生は超大柄の清水教授と同席され、センサーの構造を聞いただけで、是非このセンサーが欲しいと清水先生を説得していました。小林先生の熱意と人柄が感じられ嬉しかったことを覚えています。その後、滅菌不良を防ぐために攪拌しながら滅菌するオートクレーブや、還流しながら乳酸菌を高密度に培養する装置などを共同で開発させていただきました。学術も教育も実績を残されたのですが、我々業者にも目をかけてくださり、「石川さん、早く学位論文を出しなさい」と言ってくださいました。お言葉に甘えてご指導をお願いし、学位をいただきました。その際、学位論文は厚ければ良いものではない、一番薄いものを作りなさいと言われ、おそらく小林先生の弟子の中で、私の博士論文が一番薄いのではないかと思います。

ハードウェアへの期待

バイオの主役は細胞やそれを扱う研究者・技術者ですが、我々は黒子としてハードウェアでバイオをサポートしてきました。バイオ技術は秘匿情報が多く、お客様間の情報交流は制約が多いのですが、ハードウェア技術は世界共有なので、我々は多くのお客様と同時に情報交換できる特殊な立場にあります。生物、その構成要素や蛋白等の生産物は化学物質にだけでなく、電場、磁場、振動、荷重やストレスなどにもセンシティブであり、生物を特殊な物理環境におくことで未知の機能を引き出す新しいハードウェアが誕生する可能性は十分あると思います。これらの開発のためには、バイオと他分野の技術が交流することが大切です。まだ治らない病気の治療や、分からない生物機能などバイオへの期待や無限の可能性を考えると、お客様同士ももっと技術交流をしてバイオ技術を発展させて欲しいと思うのですが、我々ハードウェア屋がそのバインダーの役割を果たすことを夢見ています。

おわりに

このような発表の場をいただき、少しは教訓や参考になることを書きたいと思ったのですが、お客様からご依頼をいただいたものを作っているうちに培養装置屋になっていて、計画性がなく、とても推奨できる人生ではありません。しかし、背伸びどころかジャンプしてでも挑戦すれば道は拓かれることを体験しました。失敗も多かったのですが、失敗したら引き返せば良いし、何より失敗の教訓は財産になります。中小企業でさえも会社が落ちていくと分別らしくリスク管理だとかで挑戦を逡巡します。やれるかどうか判断するとやらない方向に向かいます。やらない理由を探すより、やる方法をお勧めし、自分にも課していきたいと思っています。

<略歴> 1966年 横浜国立大学工学部電気化学科卒業、1968年 横浜国立大学工学部修士修了、2003年 名古屋大学工学博士取得、1968年 ユアサ電池（現GSユアサ）入社、中央研究所配属、鉛電池および膜の研究に従事、1970年 ユアサ電池退職、石川製作所就職、1977年 株式会社石川製作所（現エイブル株式会社）設立、専務取締役就任、1988年 株式会社バイオット設立代表取締役就任（兼任）、1994年 エイブル株式会社代表取締役社長就任、2002年 株式会社バイオット代表取締役社長就任（兼任）、2013年・2014年 エイブル株式会社および株式会社バイオット代表取締役退任、会長就任、2018年 エコット株式会社設立代表取締役社長就任（兼任）

<趣味> 卓球、ジョギング、潮溜まり観察、熱帯魚・海水魚飼育、開発