

Title	R&Dの障壁を乗り越える
Sub Title	
Author	西, 美緒(Nishi, Yoshio)
Publisher	慶應義塾大学工学部
Publication year	2015
Jtitle	人間教育講座：社会を知る自分を知る自分を育てる (2015.) ,p.36- 66
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Book
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001001-20150000-0036

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

元ソニー株式会社執行役員

西 美緒



にし・よしお 一九六六年慶應義塾大学工学部応用化学科卒業、同年ソニー株式会
社へ入社、中央研究所にて燃料電池の研究開発。その後、音響材料の研究開発を経て、
一九八六年から同社中央研究所にてリチウムイオン二次電池の研究開発。バッテリー
事業本部、ソニー・エナジーテックでリチウムイオン二次電池の研究開発、製造立
ち上げなどに従事。その間、リチウムイオン二次電池の開発発表、同世界初の商品化、
リチウムイオン・ポリマー二次電池の商品化などの中心的役割を担う。一九九七年
執行役員常務／コーポレート・リサーチ・フェロー、二〇〇三年に業務執行役員上
席常務に就任。二〇〇五年には顧問。二〇〇六年、ソニーを退社、社友、現在に至
る。リチウムイオン二次電池の実用化、電池業界への貢献に対して、電気化学協会
技術賞、Electrochemical Society (米) Technical Award、加藤記念賞、市村賞、Charles
Stark Draper Prize (米)、電気化学会・電池技術委員会特別賞など多数受賞。

失敗した燃料電池開発

私は慶應義塾大学工学部で武井武先生に教わりました。先生からいろいろと教わったなかで、今日の話と関係があるのは「学校の研究と会社の研究は違うよ」ということです。先生は、企業では商品化につながる研究を優先すべきであって、そのために知財権(特許)の取得が重要だと、口を酸っぱくしておっしゃっていました。だからと言って、研究を上から言われてしぶしぶやっていたりしたらダメで、研究は常におもしろく楽しくやらないとだめだともおっしゃいました。

同じようなことを本田技研の創設者であった本田宗一郎さんもおっしゃっています。「研究所には博士を生産する研究所と商品を生産する研究所と二通りあって、自分のところは商品を生産する研究所だ」。このあたりは武井先生と通じるところがあるのではないかと思います。

武井先生のもとで化合物半導体の研究をしていた私は、引き続き半導体をやりたくてソニーに入社しました。ところが志とまったく違い、配属先の中央研究所では半導体をやらせてもらえず、大学でもあまり学んでいなかった燃料電池の開発から始まりました。これがソニーでの最初の研究開発(R&D)体験です。

燃料電池というと普通は酸素正極と水素負極という構成です。ソニーで開発に取り組んでいた燃料電池は亜鉛を負極に用い、タンクに亜鉛粒子と電解液を入れておき、両者をポンプでくみ上げてセル部に送り込んでやるという仕組みでした。これを考えたのは当時の研究室室長です。彼は次のように主張していました。まず酸素/水素の場合、水素極の触媒として白金がいるのですが、この燃料電池では

金属亜鉛粒子を負極に使うので触媒がいらないため、安く済む。また、アルカリ電解液（水酸化カリウム溶液）を使うため、正極にも白金ではなく安価な銀触媒が使用できる。さらに亜鉛粒子を使えば表面積が大きいので放電電流密度を小さくできる。最終的に、電解液と反応生成物である亜鉛酸イオンや酸化亜鉛をシステム外部に回収し、系外で電気分解を行うことにより亜鉛の粒子を再生させて再使用できるというのが彼の主張でした。

その話を聞いた時に、ちょっとおかしいのではないのかと私は思いました。私が考えたこの燃料電池の問題点は以下の通りです。まず、いくら安いといっても、触媒である銀を大量に使っている。そして酸化亜鉛は無限に溶けるわけではない。最終的に電解液の中に析出してくる酸化亜鉛をどう処理するか。濾過するのか、それとも電解液と一緒に交換するのか。さらに、粉末だからといっても、有効表面積がそれほど大きくなく、電流密度は小さくないことがわかりました。したがって亜鉛は結局不動態化する、つまり表面が酸化亜鉛で覆われてしまって、負極として働かなくなってしまう。もうひとつ、正極には空気中の酸素を使うわけですが、空気中の炭酸ガスがアルカリ電解液と反応し、ガス拡散極に炭酸カリウムが析出してしまうという問題もありました。この炭酸カリウムを伝って電解液が正極表面に漏れ出て来る Flooding（洪水）と呼ぶ現象が私の懸案事項でした。

私はこういうことに気がついて、さまざまな解決策を提案しました。たとえば酸化銀の使用量を一〇〇分の一以下にしたり、酸化亜鉛を大量に溶解できる電解液を開発したりしました。それによって酸化亜鉛の析出をかなり長い時間抑えられます。また、亜鉛は粉末なので表面積が大きいと室長は言っていました。実際に測定してみると実効表面積は一・二倍程度しかなく、すぐに不動態化してしま

ました。そこで新規な電解液用添加剤を開発し、亜鉛が不動態化しない電解液を作りました。Floodingの原因も解明しました。ただ、これらの対策のおかげで、私の意に反してこのプロジェクトが有望だと信じられるようになってしまい、むしろこういう提案をしないほうがよかったかなという感じがしました。

最終的には、このプロジェクトはそもそもコンセプトがダメなのでやめるべきだと室長に進言しました。それまでにいろいろな解決策を提案していましたが、室長に信用してもらっていません。「君が言うのなら、しょうがないね」と、このプロジェクトはつぶれました。ただその年の暮れのボーナスは良くなかったですね（苦笑）。

どんな経験も最終的には役立つ

このプロジェクトをつぶして、私は技術研究所に移り、これまでと一八〇度違うと言ってもいい音響材料の研究をすることになりました。

燃料電池は結局失敗しましたが、結果的にはこの失敗から教訓・糧を得れば、失敗にも価値があるのです。つまり一種の Failure Study です。このソニーでの最初の R & D 体験はいくつかの教訓を私に与えてくれました。

まず、「こうなるはずだ」と、それを盲信して物事を進めてはダメだということです。きちんと実証してから進めなければなりません。そしてどこに課題・問題点があるかを見極めるための眼力や柔軟な

発想が必要です。もしもダメだと思ったら、ダラダラ続けるより、自らでもテーマを潰した方がマシです。いつまでもそんなつまらないことをやってもしょうがありません。このような教訓を得ました。失敗すると、みんな凹んでしまうのですが、失敗を恐れてはいけません。ソニーの創設者のひとりである井深大さんはこう言っています。

「『こわいのは失敗することではなく、失敗を恐れて何もしないことだ』というのは、本田宗一郎さんの有名な言葉ですが、失敗の悔しさ、つらさを味わわずに育った子どもは、いったいどうなるのでしょうか。少なくとも、本田さんのような人は、ぜったいに出てこないことだけは確かです」(井深大『わが友本田宗一郎』文春文庫)

こういう経験をして、企業における研究者の達成感について考えるようになりました。まず開発したものが世に出て、新しいビジネスを産み出すことです。さらに付け加えて言えば、それを自分で使ってみることができれば嬉しい。論文や学位はそういうことをやった後についてくるものなのです。最初から論文や学位を目的にしているはいかんということです。

音響材料の開発

こうして私は音響材料の開発に携わるようになったわけですが、音響材料というのはスピーカーやマイクやヘッドフォンの振動板、エッジ、ダンパー、接着剤、ダンピング剤など、さらにスピーカー・ボツ

クス、カートリッジのヘッド・シエル、針のカンチレバーなどに使う材料のことです。音響というのはデリケートな世界で、材料がちよっと変わっただけで、音ががらりと変わってしまいます。たとえば、スピーカー・ユニットをボックスに取り付けるためのネジの材質を変えるだけで音質が大きく変化します。こういう世界ですから、材料については神経質なぐらいいろいろな研究をしています。

音響材料では、強度（ヤング率）が大きく、軽い（比重が小さい）ことが必要です。ヤング率を比重で割った値をルードで開いた値（つまり平方根）を縦波伝播速度といいます。これはその材料を伝わる音の速度（音速）です。音速が大きい材料が適しているということですね。

音速の大きい材料というと、アルミニウムやチタンがあり、約五〇〇メートル毎秒です。大気中の音速は一五℃で三四〇メートル毎秒ですから、金属中の音速がいかに速いかが分かりますね。でも、これらの金属は振動板には使い難いのです。

金属板を叩くと、いつまでもビーンと音が響いていますね。こういうものは音響材料としてはダメなのです。というのは、ひとつ音が入ってきて、それがいつまでも残っていると、次の音の邪魔をしますから、すぐに消えてくれたほうがいいわけです。これを「共振鋭度が小さい（共振しにくい）、内部損失が大きい」材料といい、こういう材料が要求されます。ところが、金属の例のように、ヤング率の大きい材料は一般的に内部損失が小さいのです。まさに、「天は二物を与えず」です。

音響材料は「新素材の実験場」と言われるぐらい、新しい材料が出ると、すぐに使ってみる世界です。紙パルプや金属、高分子材料、複合材料、セラミックをはじめとするたくさん材料を、ソニーも使いました。実はそれらの中の、金属、セラミック、繊維強化プラスチック（FRP）、ポリオキシメチ

レン（POM）ウイスキー、圧電材料（ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、超延伸ポリエチレン（PE）などは後にリチウム電池を開発する時に役立ちました。結局、ここであらゆる材料を経験したことが、大きな財産になったわけです。老舎の『駱駝祥子』に書いてありますが、「経験は生きてゆくための肥やしだ。経験は人を変える」ということです。

スピーカーの振動板での新素材競争があり、カーボンファイバー（CF）、アルミニウム・ハニカム、ダイアモンド・ライク・カーボン（DLC）、POMウイスキー、バクテリア・セルロース（BC）、超延伸PEといった、それまでは思いも寄らなかった材料を実際に使いました。他社の例では、海鞘（ホヤ）や海藻、カニの甲羅といったようなものまで使っています。私が最初に音響部門で手がけた振動板材料はハニカム振動板で、アルミニウムのハニカムを振動板にしました。残念ながらこれは一本一〇〇万円もしまして、とても自分で買って使うまでには至りませんでした。

音響部門で扱った新規の材料としては、POMウイスキーというものがああります。これは世界最初の有機物ウイスキーです。これをわれわれ自身で合成して、ミッドレンジという、人間の声に対応する周波数帯域のスピーカーに応用しましたが、このスピーカーも一本六万円でした。ステレオですから二本いるわけで、一二万円。当時の私の給料では自分で使ってみるというわけにはとてもいきませんでした。また、変わった材料もやりました。たとえばBCです。酢酸菌を単糖類とか二糖類を含む培地で培養すると、ほぼ一〇〇%が α -セルロースからなる炭水化物を産生します。これがBCです。これに似たものにナダデココがあります。このBCを振動板として実用化しました。BCを工業的に応用したのはこれが世界に最初で、日本農芸化学会から技術賞を受賞しました。

BCは、ヤング率がセルロースとしては非常に大きい上に、有機物ですから比重が小さいので、音速がアルミニウムやチタンと同等になりました。そのわりには内部損失が大きいので、音響材料としては最適だということになり、ヘッドフォンに採用されました。それを聞いた時に、ヘッドフォンなら自分でも買えるから、自分で開発したものを自分で使うという夢がやっと叶うなと思ったのですが、三六万円という高いものになってしまつて、これも使えませんでした。ただ、これは音がよく、音響評論家からは「オーケストラの音を聞いていると、楽団員が楽譜をめくっている音まで聞こえてくる」というようないいコメントをいただきました。音響製品というのはい二、三年でカタログから消えるのですが、これは一〇年以上カタログに載っていたというほど評判のいい製品でした。

共同研究ではコミュニケーションが大切

こんなふういろいろな材料を手がけたのですが、ソニーはエレクトロニクスの会社ですから、こうした材料にはあまり強くありません。そのため、社外と共同研究をするしかありませんでした。和紙パルプでは岐阜県紙業試験場、DLCでは住友電工、POMでは工業技術院、BCでは味の素や工業技術院というように、いろいろなところと共同研究をやりました。これを通して、後々非常に役立つ共同研究のやり方というものを勉強しました。

たとえば、相手はその分野では自分が第一人者だという自負があるわけですから、やはり相手を立てなければいけません。ところがこちらにも対抗するだけの見識がなければ、常に頭を下げていなければ

ならないことになり、対等の立場を貫けるように自分たちの独自の技術を磨いておくことも同時に大切です。先方が上でもないし、こちらが上でもないわけです。最終的には、組んで良かったと双方が思わなくてはダメ。つまり、win-winの関係が必要です。

LIB（リチウムイオン二次電池）の開発

特許に抵触しない新しい技術を

音響材料の研究を一〇年ぐらいやった八〇年代の半ば頃に、当時の盛田会長から、ソニーもちゃんとして二次電池（充電できる電池）をやれと号令がかかりました。なぜかというところ、WALKMANや八ミリビデオカメラなど、いわゆる今で言うモバイル機器がどんどん売れている時代にもかかわらず、当時ソニーは乾電池しか作っていませんでした。乾電池は使い捨てですから、もつたいない。ソニーも二次電池をやるべきだということで、私も中研に呼び戻されて、電池の開発に携わることになりました。その時の盛田会長の注文は、「まったく新しい二次電池を作れ。よそでやってないものをやれ」ということでした。このあたりが、当時の盛田さんや井深さんが、普通とは違うところで、とにかく世の中にすでにあるものなんかやってはいけないという方針でした。さらにもうひとつ注文があって、「既存の特許に抵触しない技術でやりなさい」です。

そんなことで電池部門に行ったわけですが、音響で扱ったいろいろな材料の経験、知識が電池材料開発の際に十分に役立ったのです。

たとえばPOMウイスキー。そのもの自体は電池には何の役にも立たなかったのですが、実はPOMウイスキーを合成する時には反応系中の水分を非常に少なく、数ppmにコントロールしなければなりません。LIB電解液も水分をppmオーダーにする必要があります、昔取った杵柄の微量水分コントロール技術が活きました。

実用化の難しさ

電池の主要な構成要素は正極と電解液と負極の三つです。その三種の材料の組み合わせを計算してみると、約一億一〇〇〇種になるのですが、そのうち実用化されているものは約三〇種類くらいだと思いますので、実用化率でいうと、〇・三ppmという低さになります。なぜそんなに低いのか。それは、正極や負極といった活物質を限られたスペースのケース（缶）内に安全に収め、しかも性能をきちんと引き出すことが難しいからです。しかし、新電池開発に当たっては、それまでに培ってきたいろいろな材料技術が、この難関をクリアするのに非常に有効だったというわけです。

負極用電極材料の理論エネルギー密度を見ると、従来使っていた鉛やカドミウム、亜鉛などは重量あたりの容量密度も少ないですし、低い電池電圧しか出せません。しかし、より高容量密度の材料のなかでもリチウムを使えば、電圧が高く容量の大きい電池ができることがわかります。ですから、なんとかしてリチウムを使いたい。ところがリチウムの課題として、デンドライト（樹枝状結晶）という問題がありました。金属リチウム電池を充電すると、デンドライトの問題がどうしてもでてきてしまうのです。つまり、樹の枝のような針状の結晶が成長し、セパレーターを突き破って正極とショートを起こ

して発火の原因となったり、基板から脱落して容量劣化の原因となったりします。

リチウム合金

では、リチウムをうまく使うにはどうしたらいいか。合金を使ったらどうだろうか。たとえばアルミニウム。アルミニウムは、かなり広い範囲でリチウムと合金を形成しますので、充電した時にリチウムはアルミニウム中に入り込み、デンドライトはできないのではないかと。同じように、ウツド合金というものもリチウムとかなり広範囲に合金を作ります。あるいはカーボンも同様です。それぞれを実際にやってみて、結局、カーボンとリチウムの合金が良いと結論づけました。

カーボンとリチウムの合金を工業的に量産できればいいのですが、ちょっと難しいので、裸のカーボンを使ってみてはどうかということになりました。ではどこにリチウムを置けばいいか。電解液中に多量のリチウムをイオンの状態で溶かしておいて、充電で負極のカーボンのほうにリチウムを運び込むという方法がまず考えられます。しかし、電池容量をあげるためには、リチウムがたくさん必要ですから、多量の電解液を使わなければならない。そうすると電池サイズも大きくなるので、これはダメです。

負極もだめ、電解液もだめとなると、残るのは正極しかありませんね。正極にリチウムを含むものがある、しかもリチウムが出たり入ったりできるもの。そういうものがないかと探してみました。

ソニーは時計などに使う小さなボタン型の酸化銀電池を量産していて、性能を上げるために Ag_2NO_2 という化合物を正極として使っていました。これは ZnO_2 の層間に Ag が入っている化合物で、層間を

銀が動くことは分かっていました。ならば銀のかわりにリチウムを入れて LiNiO_2 にすれば、 NiO_2 の層の間からリチウムが出たり入ったりできるのではないか。もしそれが可能だったら、ニッケルに近いコバルトを使ってリチウム・コバルト化合物にしてもいいだろう。それなら特許的にもソニーが優位です。そういう発想をベースに先行技術がないかチェックしてみました。

ところが、 AgNiO_2 特許の僅か二ヶ月前に類似の特許の先願が日本にありました。しかも、優先権主張が一年前ぐらいに設定されていきましたので、どうしようもありません。この特許はわれわれが考えたのと同じリチウム・ニッケル化合物、あるいはリチウム・コバルト化合物を正極に使うというものです。ただし、これはわれわれが後にやったりリチウムイオン二次電池ではなく、負極には金属リチウムを使っています。ですから、この場合はデンドライトの問題がどうしても残りますので、実用化はされていませんが、正極の特許としては出てしまっているのです。そこで、われわれはこの特許が注目されないうちに有利な条件で独占実施権を獲得したのです。

一方の負極カーボンに関する特許はどうなっていましたか。これは一九七八年にドイツで特許が出ていました。特許といっても実施例の中に、「アルミニウムとリチウムの合金を使う電池において、アルミのかわりにカーボンを使うことができる」とちらりと書いてあるだけでした。従って、カーボンを負極とするという特許を新たに出すことはできませんが、カーボンを使ったからと言って他社特許に抵触するということはありませんでした。

われわれが考えた電池を模型的に書くと、正極の O_2 の層の間にリチウムが入っています。充電すると、この層間に入っているリチウムが抜け出て電解液中を通り、負極のカーボンの中に入っていく。そ

うすると、リチウム／カーボン合金ができませんから、それが負極として働く。放電の時は負極中に移ったりリチウムが正極側に戻ってくる。つまり、リチウムが行ったり来たりするだけというシンプルな充放電反応の電池になるわけです。そこでソニーはこの電池システムにリチウムイオン二次電池（LIB）という名称を付けたのです。

ハード・カーボンの開発

そういうことで、福島県郡山に工場を建設し、本格的な量産に入りました。特許に抵触しない材料ということで、当時誰も使っていなかったハード・カーボンを自分たちで開発して負極として用いました。カーボンには三種類あります。まず黒鉛ですが、これは整然とした層構造をしています。次の易黒鉛化性炭素はちよつと構造が乱れており、名前通り黒鉛構造に移行しやすく、二八〇〇〜三〇〇〇℃くらいの高温で熱処理すると黒鉛構造になります。コークスが代表的なものです。最後のひとつが難黒鉛化性炭素です。非晶質炭素で、煮ても焼いてもランダムな構造が変わりません。これが別名ハード・カーボンといわれるもので、「名は体を表す」の通り非常に硬いものです。われわれはこのハード・カーボンを使つたらいいのではないかと考えました。

ハード・カーボンは当時なかなか手に入れられなかったのですが、原料のフラン樹脂を自分たちで合成し、それを焼成することによって最適なハード・カーボンを得ることができました。その知見をもとに、呉羽化学工業（現・クレハ）に持ちかけて、量産をスタートさせました。

ところが、量産ラインでカーボンの焼成プロセスを少し変えたら、サイクル特性が極端に悪くなりま

した。われわれが当初やっていた小規模な焼成プロセスの具合の悪いところを量産ラインで修正したら起こったのです。それは粉碎してから焼くか、焼いてから粉碎するかという僅かな違いです。我々が採用したハード・カーボンの作り方は、石油のナフサ分解をした後に残るエチレン・ボトムというコール・タールのようなものに酸素を吹き込んで、不融化（固体化）させ、それを五〇〇℃位で炭化させます。それをさらに一一〇〇〜一二〇〇℃くらいで焼いた後、粉碎して、電極にするというプロセスです。ところがハード・カーボンというくらいですから、とても硬いわけです。焼成したものが硬くてしょうがないのでなんとかしてくれと現場から言ってきた、それなら本焼成する前の炭化直後ならまだ柔らかいから、ここで粉碎して、それから焼けばいいだろうということになったわけです。そしてこれを量産プロセスにしました。

ところがそうしたところ、全然ダメだったんですね。なぜダメかというと、後に分かったことですが、焼成後粉碎すると、炭素粒子内部の焼成雰囲気は晒されていない新しい表面が露出してきました。炭素は四つの結合の手を持っていて、その四つの手が粒子内では結合の相手がないので、空きの状態です（dangling bond と呼ばれます）。それが粉碎によって粒子表面に露出しますから、空いた手が何にもくっつくフリーな状態にあるので、たとえばバインダーを入れると、すぐにくっつく。接着力が上がります。一方、粉碎後焼成すると、CVD効果によって表面が黒鉛膜で覆われてしまっています。そうすると、表面の活性度の高い dangling bond が塞がってしまい、バインダーのつきが悪くなってしまうわけです。

それがわかったのが、L I Bを量産する郡山工場の落成披露式当日でした。その朝、現場から「この

カーボンではダメです」という報告が私のところに来たわけです。私も開発責任者ですから、本来なら晴れがましい落成披露式に列席して、みなさんに挨拶をすることでありますが、このトラブルで出席することができませんでした。冷や汗を流しながら駆けずり回って、バインダーに極性を導入する、CVD効果のない焼成方法を開発するなど、いろいろな対策を呉羽と案出して、決められた出荷日にはなんとか間に合わせることができました。

正極、負極以外にも、従来の二次電池にはまったく使われなかった多くの新しい材料を使う必要がありますでしたが、音響材料で特異的な材料を種々扱ってきたお蔭で、違和感なくそのような新規材料と取り組むことができたのです。

技術発展の仕方

研究開発を長年やっていると、技術発展の仕方には独特のパターンがあるのだと気付かされます。今、取り組んでいる問題がどのポジションにいるのかを知ることが大事であり、そのためには補給曲線という考え方が有効ではないかと思えます。

補給曲線というのは軍事用語で、後方基地から前線への物資の輸送量の経時変化を示すものです。この補給曲線という考え方は、たとえば技術開発などいろいろなことに当てはめることができると思えます。わかりやすい例として、会社の興亡の例をあげましょう。この補給曲線をソニーの歴史に当てはめて見てみましょう。

一九四五年、ソニーの商品は電気炊飯器から始まりましたが、お焦げばかりできてしまったという失敗作でした。翌年、電気座布団を売り出しました。これはヒットしたそうで、このあたりがソニーの黎明期だと言えます。本来は東洋通信工業という社名だったのですが、さすがに、この電気座布団に東洋通信工業の名前を付けるのは気が引けたのか、銀座ネッスル（熱する）商会という名で売ったそうです。当時のソニーは品川の山の上工場という掘建て小屋のようなどころでやっていたのですが、一九五〇年、国産第一号のテープ・レコーダーを作ります。これが立ち上がり期に相当するのではないかと思います。当時はまだ手工業的な感じで、テープ・レコーダーを製作していたようです。

さらに五年後、トランジスタ・ラジオを発売します。この頃をソニーの発展期だと言ってもいいのではないのでしょうか。トランジスタのソニーと称されたのです。これから急激に会社が立ち上がりました。当時、あわせて横浜市保土ヶ谷区に中央研究所を建設しました。私の最初の勤務地はここでした。今は空き地で昔の面影はありません。

一九六九年に家庭用VTRの発売を始めたのですが、やがてソニーは転換期を迎えます。ソニーのVTRはベータマックスだったのですが、VHSとの競争の旗色が悪く、「ベータマックスはなくなるの?」「ベータマックスを買おうと損するの?」と大きなコピーを使った全面広告を新聞に出さなくてはいけないほど、VHSに押しまくられてしまったわけです。

それを変えたのがウォークマンとCDだと言ってもいいのではないのでしょうか。この二つによってソニーは転換期を無事に乗り越えていったのです。ちなみにCDプレーヤーの第一号機ができたのは、エジソンのホログラフ誕生からちょうど一〇〇年目（一九八二年）だったそうです。

それから自画自賛になります。LIBや八ミリビデオなどいろいろしてきました。その後、「ソニー神話の終焉」とよく言われる局面、すなわち二度目の転換期に直面しています。それに対して有効な打つ手があるでしょうか。ブルーレイや3D、4Kテレビ、有機ELなどいろいろな候補はありますが、なかなかまだ上向きになっていないというのが実情だと思えます。

技術の発展も今見て来たのと同じような補給曲線を描きます。企業の研究開発の場合、黎明期に何をやるかについては、自分たちでやろうとしても難しいため、大学など基礎研究をしっかりとやっていると、そこからヒントを拝借してもいいだろうと思えます。ただ、立上がり期には、そのヒントを企業が具体的な独自のアイデアに転換し、それを実用化していかなければ新規商品にはなりません。それが軌道に乗って、発展期、安定期になれば、R&Dの観点からはあまりやることはなくなりますが、やがて転換期がやってきます。この転換期に次にやるべきことをきちんとやっていかないと、企業は下り坂に入ってしまう。転換期では過去に捕らわれない新しい発想で局面打開していかなければなりません。ここでよくあるのが「成功は失敗のもと」ということです。

研究開発とは

成功は失敗のもと

研究開発を考える上で忘れてはいけないことのひとつに、まず「成功は失敗のもと」があります。ひとつ成功を収めると、これに固執してしまって、発想の転換がなかなかできなくなるのです。

ソニーの例でいうと、円筒形LiBでは大成功したのですが、角型電池は遅れました。なぜかというところ、「円筒形がこれほど売れているのだから角型電池なんてやる必要はない」と上から言われて商品化ができなかったからです。そのため、携帯電話がどんどん普及して角型電池が大ブレイクしたのにソニーは蚊帳の外だった。これ以外にも、トリニトロンが大成功したおかげで、フラット・ディスプレイが遅れたり、ウォークマンが大ヒットしたおかげで、Podタイプのものに移行できなかつたり、という例もあり、成功してしまうと、どうしてもそこにしがみついてしまう傾向があると思います。

ロータリー・スイッチ型の研究者

ロータリー・スイッチ型とは何かというと、多接点の人脈です。この反対がナイフ・スイッチ型で、ひとつの接点しか持っていない。ナイフ・スイッチ型だと、たとえば電池技術者は電気化学にだけ通じるような人脈しかない。これではだめなわけです。先ほど言いましたように、先端的電池の開発ではいろいろな材料を使いますから、多接点の人脈が大切になります。これをロケットの糸川先生が「ロータリー・スイッチ型の研究者」とおっしゃっています。

いろいろな方々が同じようなことを書いておられます。永六輔さんは「いいかい、仕事は金脈じゃない、人脈だぞ。人脈の中から金脈を探せよ。金脈の中から人脈をさがすなよ」と言っていますし、アサヒビールの会長だった樋口廣太郎さんは「貯金より貯人」と記されています。

わたしはうまい具合に音響材料開発を通してロータリー・スイッチ型の接点を持っていたということになります。そのほかにも、異業種交流会や趣味を通していろいろな人とお付き合いをすることによつ

て、接点をさらに増やすことに努め、それが電池の開発で役立ちました。

研究開発はジョーズ

これは私が作った警句です。サメはエラブタを持たないため、酸素を取り込むためには、口を開けて泳ぎその勢いで水を口中に取り込む必要があります。従って、止まってしまうと酸素が得られなくなり、まずから、死んでしまう。眠っているときも泳ぎ続けないといけないという宿命があります。研究開発もまったく同じだと思っただけです。現在のようにならぬ状態が悪いと、「ちよつとこれは今は休止しておこう。また景気がよくなったらやろう」といって、よく研究がつぶされるのですが、研究も一旦やめてしまったら死んでしまう。振り出しに戻ってゼロからの再スタートになってしまいます。

その典型がソニーのEVです。実はソニーは日産自動車と一九九二年にEVの共同研究をスタートさせ、一九九八年には日産自動車がソニーのLIBを使ったEVを出しました。一充電で二〇〇キロメートル以上走行可能という勝れ物だったのですが、当時のソニー側が開発中止を決めたため止めざるをえません。最近ソニーは「EV用LIBの開発を再開します」と宣言したのですが、止めた時点（一九九八年）の技術レベルからの再スタートとはならず、振り出しの一九九二年のゼロ・レベルまで戻らなければなりません。その結果、二〇年近い遅れを背負うわけで、どこも興味を示さないような状況です。

発明発見は棚からぼた餅

最近では「棚ぼた」と言わずに、格好をつけて「セレンディピテイ」と言いますが、レントゲンによるX線、田中耕一先生のタンパク質分析法、フレミングのペニシリン、江崎ダイオード等々、これらの発見はどれも偶然の力が大きかったと言えます。

では果報は寝て待てばいいのかというと、そうではありません。たとえばニュートンは、なぜ万有引力を発見できたかと聞かれて、「いつもそれを考えていたからだ」と答えています。つまり、そういうことをいつも頭においておかないとダメだということです。寺田寅彦も「頭のいい人は、足の速い旅人のようなものである。人より先に人のまだ行かないところへ行き着くこともできる代わりに、途中の道ばたあるいはちよつとしたわき道にある肝心のものを見落とすおそれがある」と、同じようなことを言っています。

つまり、ボタ餅が落ちてきたのに気付くだけの能力が必要だということです。そしてそのためには不断の勉強が必要なのです。あるいは、たまには棚にボタ餅がないか、覗いて見ることも必要かもしれません。チャンス（ボタ餅）を逃さないことが大事です。

フレミングがペニシリンを見つけたのも偶然でした。彼はどうもズボラな人間だったようです。使ったシャーレを洗わないで流しに放置しておいたところ、青カビが生えた。ところがその青カビの生えたあたりだけ、細菌がまったく成長しないことをみて、青カビに細菌を殺すものがあるのではないかと思いい、抗生物質を発見したというわけです。新聞記者がフレミングに対して、「あなたの発見は偶然だったのでしょうか？」と言ったところ、フレミングは「偶然は用意の出来ている人間しか助けない」と答え

たそうです。

つまり、いつも勉強していて、用意ができていると、何かのヒントが出てきた時に、ぱっとそれに気付くということですね。準備の出来ていない人間は、たとえ運命が救いの手を差し出しても、目に入りません。

パストールも「チャンスは準備された心に降り立つ」と同じようなことを言っています。やはり不断の勉強が大事だということです。樋口廣太郎さんも「チャンスは貯金できない」と言っています。チャンスを逃したらダメだということです。

ひとつ例をあげると、第一次世界大戦でドイツは負けたために、連合国から航空機の開発を禁止されました。その時にドイツはどうしたかというと、エンジンがなければいいんだろうということで、グライダーを発明したわけです。このエピソードを紹介したエッセイの中で寺田寅彦は、「詩人をいじめると詩が生まれるように、科学者をいじめると、いろいろな発明や発見が生まれるのである」と言っていますので、上司のみなさんも部下をちよつといじめたほうがいいかもしれません。

知的エンゲル係数

これは私の造語です。食費の家計費に占める割合をエンゲル係数と言いますが、テレビ視聴時間に対する読書時間の比率を知的エンゲル係数と名付けました。エンゲル係数は大きいほど貧乏ですが、読書時間よりテレビ視聴時間の方が長いほど知的貧乏になるのではないかと思います。

アメリカの小児学会では、テレビのことを 'Fool Box' あるいは 'Idiot Box' と呼んでいるそうで、脳の

発達に弊害があるため、小さい子供に一日一〜二時間以上テレビを見せるなど言っているそうです。現在で言えば、スマホも問題かもしれません。

一方、読書というのは、モンテニユも言っているように「よけいなことでも学ぼうが、何も学ばないよりはまし」なのです。資生堂の名誉会長である福原義春氏はたいへんな読書家なのですが、「どうしてそんなに本が読めるのか」と聞かれて、「ゴルフをしないから」と答えているそうで、それだけ読書は大事だということでしょうね。

ノーベル賞をとられた益川敏英先生も、NHKの番組で、「嫌いな科目は勉強しなくていいか」との質問に対して、「やらなくてよい」と即答したうえで、「ただし、必要で、学ばなければならぬ科目・勉強というのがあって、それは嫌いでもやらなければならぬ。たとえば、国語がそれで、国語ができれば参考書や文献が理解できない」ともおっしゃっています。さらに「国語能力がないとコミュニケーション能力に欠けることになる、ということに近いと思う。とにかく日本語の能力は重要だということである」ともおっしゃっています。国語力を養うには読書が有効だと思います。

つまり仲間同士でも、あるいは先ほどのロータリー・スイッチ型でいろいろな人と接点を持っているも、コミュニケーション能力がなければどうにもならないということです。

R & D テーマの発掘

R & D テーマの発掘には王道はありません。いいアンテナを張っておくということが必要だと思います。

す。そのためにはレセプターという考え方がいいと思います。

たとえば病原菌は、菌のタンパク質が相手動物のタンパク質の型と合っていると、その動物にとりつくことができる。それを鍵穴と鍵の関係になぞらえて、鍵穴をレセプター、鍵をアダプターと呼ぶわけです。ですからレセプターのあるところには、いくらでも菌はつくことができます。ウィルスも同様です。

それと同じことがわれわれにも言えて、われわれの頭の中にレセプターがないと、結局、馬の耳に念仏ということになってしまふ。いろいろなレセプターが頭に存在すれば、何かを見た時にぱっとひらめいたり、それが頭に入ってくるということですよ。伊藤守さんは『もしもウサギにコーチがいたら』（だいわ文庫）で、「人は耳で聞いているのではなく、脳で聞いています。したがって、聞いていても理解できないのです」と書いています。ですからできるだけレセプターを持つようにしましょう。そのためにはやはり読書が重要なのではないかと思っています。

研究開発の現場でも、ヒントはいくらでも転がっていますが、レセプターを持っていなければ、その研究者の頭に届きません。レセプターをできるだけ多く持つことがテーマの発掘に有効だと思われまゝ。益川先生も、「世の中は思っている以上にバラエティーに富んでいる。これが専門と決めてかからず、周辺のことにも興味を持って世界を広げて」とおっしゃっています。映画『ジェラシックパーク』の原作者であるマイクル・クライトンは、その続編である『ロスト・ワールド』の中で、「全世界を電子ネットでもまとめあげようとする考えは精神の大量絶滅にはかならない」と主張しています。つまり知的多様性が消滅して、恐ろしい弊害が起こることです。その弊害の例として「コピペ」があると、私は思っております。

研究開発をどう進めるか

「K戦略（少産多保護）」と「r戦略（多産多死）」

「狭く・深く」か、あるいは「広く・浅く」か、——このあたりがR&Dテーマの決定の際に問題になると思います。

生物に考え方を借りますと、生物は子孫を残すために「K戦略（少産多保護）」または「r戦略（多産多死）」をとっています。「K戦略」というのは、哺乳類のように、子供の数は少ないけれど保護を加えてなんとかして育てていく方法。一方の「r戦略」というのは魚や昆虫のように、どんどん産むけれども、放ったらかしで、そのなかから何匹かが残ればよいという戦略です。このどちらをR&D戦略に使うのがいいのでしょうか。

私自身は、r戦略でスタートして、最後にK戦略に移行するのがいいと考えます。最初からK戦略で行くと、おもしろいテーマや、発想が豊かな「飛んだ」テーマが出にくいからです。最初は「なんでもいいからやってみなさい」というr戦略でスタートしてみても、それを数ヶ月やってみる。「だめだな」「いいデータが出ていないな」ということだったら、やめる。ここで早く見切りをつけることが大事です。r戦略は「多死」が前提ですから、見込みのないものをいつまでもたらだらやっているとダメです。そこで残ったものをK戦略で大切に育てていくことが一番いいのではないかと思います。

止の谷

もうひとつ、Death Valley（死の谷）の問題があります。

研究開発をしようとする、「魔の川」、「死の谷」、最後に「ダーウィンの海」という障害にぶつかります。「魔の川」というのは、研究開発を始める取っ掛かりのところでは高度な技術などが必要なため、なかなか着手できないということです。その次に待っているのが「死の谷」です。基礎研究で「魔の川」をうまく渡って、新しいアイデアが出てきて、それを実用化しようとすると、たとえば莫大な設備投資がいるなどで計画が頓挫する。これを「死の谷」と呼びます。そして「死の谷」をなんとか乗り越えて、世の中に製品としてうまく出たとしても、そこには「ダーウィンの海」が待ち構えています。他の商品との競争、つまり淘汰の波に飲み込まれてしまうのです。

この三つのなかでも「死の谷」が最もわれわれが恐れているものです。要するに、せっかく研究開発がうまくいっても、設備投資がかかるために、「もうやめた」ということになってしまう。

しかし、私はこれよりも、研究開発に着手しようとした時に「無駄だ」「いくら儲かるんだ」「いつできるんだ」という声が起こり、「やめろ」という圧力がかかる方が問題だと思っています。これを私は「止^しの谷」と呼んでいます。

私の考え方ではビジネス側が保守的すぎて、リスクを取らないのがいけないんだと思います。先ほどの「飛んだ」おもしろいテーマを提案しても、その新芽を摘み取るのはビジネス側なんです。ソニーには次のような伝統的な言葉があるんです。「面白いことは上司に隠れてやれ。そしてもしも失敗したら聞かぬへ葬れ」。ある程度はアンダー・ザ・テーブルで自由にやりなさいということですね。

どうしてこの「止の谷」がはびこるのかを考えてみましょう。何かを実施して失敗すると、必ず責任を問われますよね。ところが、「何もしなかった」「何もさせなかった」ことによって他社に後れをとつても、責任を問わないという風潮があります。そうすると、上司にしてみると、何もしない方が身が安泰だということになり、とりあえず「止めとけ」と言ったほうがいいということになります。ですから、むしろ「しなかった」「させなかった」ことによる失敗の責任を問うべきだと私は思っています。ソニーも角型電池で失敗したわけですが、やらせなかった当時の上の人たちはその責任をまったく問われていません。結局、これが「成功は失敗のもと」にも通じ、余計なことはやらない方がいいという発想になってしまうわけです。

そんなことではいけないということで、ソニーの井深さんは「ソニーのモルモット精神」ということを言っています。ソニーは新しいものを常に世の中に出すことによつて、それがビジネスになるかどうかのモルモットになつても構わないということです。その時代にはそのお陰でソニーは新規な商品を輩出することができたのです。

同じことがサントリーの鳥井さんにも言えて、鳥井さんは「やってみなはれ」ということをいつもおっしゃっています。何か新しいアイデアを持つていくと、「やってみなはれ」とおっしゃる。これはモルモット精神にも似ていますね。その成果として、二〇〇九年、青いバラが完成したりもしています。幻冬舎の見城徹社長は「スムーズにできることは疑え」とおっしゃっています。「簡単にできた」というようなものは誰でもができるわけで、自分だけが抜きん出て独走できるということはないわけです。

これは盛田さんがよくおっしゃっていた言葉です。盛田さんは「止の谷」のようなことに気がついていらつしゃったのだと思います。それを打破するために「説得力」を持ちなさいと言われたのです。あのウォークマンも、最初、オーディオのトップは「録音もできないようなテープコーダーが売れるわけがない、止めろ」と言ったのです。開発者は「これなら」という試作品を作って盛田さんのところに持っていったところ、「これはおもしろい。やりなさい」ということで商品開発が認められました。そういうことが「説得力」につながるわけで、説得するのに有効なデータをとっておくことが大切なのです。

もうひとつは、先代の貴乃花の言葉なのですが、「強い者が勝つのではなく、勝った者が強いのだ」ということです。ビデオの競争にしても、性能的にはベータマックスのほうがVHSよりもはるかによかったですね。ですからベータマックス側には「強い者」という意識があつたんですが、結果的には勝ったのはVHSで、VHSが強かったのだということになるのです。

つまり、何が勝てるのかということが問題になってくるわけです。ベータマックスとVHSでは何が違うかという点、録画時間です。ベータマックスは二時間ぐらいしかできなかったのに、VHSはテープが大きかったので、四〜六時間も録画できて、これならアメフトの試合が最後まで録画できるということで、アメリカ市場で評判がよかったです。ですから、何が勝てるのか、お客さんが望むのは何かを把握すれば、勝った者になれるということですね。ビジネス側がやるべきことは、「止の谷」になるのではなく、どんな商品なら勝てるのか、つまり何が「ダーウィンの海」を渡れるのか、「淘汰の波」を乗り越えられるのか、ということを引きちんと市場調査で見つけることだと思えます。

さらに付け加えていうと、学生のみなさんも実験などいろいろやっていると思いますが、今は実験器具でも、測定装置や解析ソフトでも何でも手に入ります。そうすると、自分で工夫したり、頭を使ったりすることが少なくなってきたのではないかなと思います。われわれが学生の頃は、実験の際には実験装置は自分の手で作りまし、出てきたデータと参考書を比べながら、合成した材料の同定を行っていました。そのように頭を使うということが大事なのだと思います。今はあまりにも楽に出来すぎる感じがします。

化学の世界の特異性を把握する

もうひとつ、化学の世界の特異性をきちんと把握することが大切です。これはソニーのような電気屋や物理屋、機械屋が多いところではつくづく思うことです。電気、物理、機械などは線形工学であり、化学は非線形工学です。電池で言うと、充電電圧をちょっと上げただけで、熱暴走して発火事故を起したり、温度レベルをちょっと越えようと、問題が起こったりというように、そういう非連続性が多いことを頭にしっかりと入れておかなければなりません。

「お客様は王様です」

この言葉は某社の壁に貼ってあったもので、「神様」ではなくて、王様というところがポイントです。その会社の人に「どうして神様ではないのですか」と聞いたところ、「神様は失敗しても許してくれるけれど、王様の場合、失敗したら死刑だ」という答えでした。つまり、品質の悪いものを世の中に出し

たら、消費者はその企業を見限ってしまうから、品質管理はしっかりやりなさいということです。

人生の岐路に立った時

最後に私の好きな詩をご紹介します。Robert Frost の「The Road Not Taken」という詩です。概略をいうと、散歩していたら二股の道に差し掛かった。どちらに行こうかと迷った。あとで戻ってくればよかったと思って、よさそうだと思っただけに進んだ。それはそうだが、実際には戻ってくることはできない。どちらに進むかをきちんと考えなければいけない、という内容の詩です。

これはまったく人生と同じで、人生の岐路に立った時に、「あとで戻ってくるから、どっちでもいいや」というわけにはいかない。しっかりと考えて、ちゃんとした道を進みなさいということです。

たとえばR&Dの場合で言えば、自分が進みたい道と、会社がいいと思う道が一致しないことが多いわけです。でも、どちらの道に進んでも、その道で一生懸命にやって成果を出す。これしかないと思いません。

私がこれまでずっとやってきて感じたのは、きちんとやっていたら、誰かが見ていて、ちゃんと私を認めてくれるということです。

そのことに気付いたのは小学生の時でした。昭和二三年に福井市立旭小学校に入学したのですが、三年後に父の転勤で、名古屋市東区の市立葵小学校に転校になりました。新しい学校に移ったその日か次の日くらいにクラスで試験があったようなのです。「ようなのです」と他人事のように言ったのは、転

校直後のことでもあり、私にははつきりしなかったのです。数日後に採点された答案が返されましたが、担任の教師は「名前の書いてない答案が一つあった」とだけ言って、さつさと次の授業に入りました。どうやらそれが私だったようです。そのテストを受けたかどうかさえ明確でなく、その時はそのままどうっちゃっておくしか考えが浮かびませんでした。教師は、「それは僕です」と名乗り出て欲しかったのですが、「心当りのある人は取りに来るように」とも言いませんでしたし、転校直後でその教師のやり方も私には分からなかったのです。いずれにしても、それから教師による私への「いじめ」が始まったのです。いわゆる村八分状態にされました。

当時の給食はバケツのような大きな容器に入ったおかずが教室に持ち込まれ、お椀に一人分ずつよそって生徒に供されるのですが、休んでいる生徒もいますし、少しは多めに用意されていますから多少の余りが出ます。それを「増配」と称して順番に生徒に配ったのです。食料難の時代で、それが一種の楽しみでもありました。ところが、教師の指示で私には配られず、常にスキップされたのです。

教室の後ろの壁にはクラスの名簿が貼ってあり、掃除当番をちゃんとやったとか、宿題をきちんとやってきたときなどにシールが貼られ、その高さを生徒の間で競ったものでした。もう、お分かりだと思えますが、私はどんな善行を行ってもシールは貰えませんでした。完全に無視されたのです。今の子供達がこのような仕打ちを受けたら、登校拒否とかひきこもりになるでしょうね。ところが、私にはそれにはめげず勉強に励みました。

数カ月後に東区で計算書き取りコンクールというのが行われ、私は葵小学校の学年代表に選ばれたのです。当時、一学年に四つのクラスがありましたから、代表を選ぶには担任会議があったんだと思います

す。私の担任が私を推薦するとは思えないので、他のクラス担任の先生方が私を推してくれたのでしよう。その時に、「ちゃんと勉強をやっていたから、それを先生方が認めてくれたんだ」と小学生ながらに思ったのです。

ソニーでもそのことを実感させられたことがしばしばありました。たとえば、音響部門に異動になってからのことですが、当時の音響の特許担当者が社外講習会で特許の勉強をしてきた時に、その講師の人が「特許から見たソニーの燃料電池の開発」を例として挙げ、「初めはつまらない特許が多かったが、ある時からすごくいい特許が出るようになった。それは西という人が加わってからだ」と言っていたと教えてくれました。つまり、ソニー社内では燃料電池は失敗という烙印を押されていましたが、社外ではちゃんと見てくれる人がいたということですね。そういう高い評価をしてきている人がいたというところで、私は音響部門の人たちにも一目置かれるようになりました。

最後にもうひとつ加えておきたいのは、「悪いことをやってもやっぱり誰かが見ていますよ」です。これだけはきちんとわかっておいていただきたいなと思います。