

研究・開発者に送る12の心得（その2）

原 邦彦
Kunihiko HARA

(株)日本自動車部品総合研究所 専務取締役 (株)デンソー 顧問

問合せ/ハラ クニヒコ 〒445-0012 愛知県西尾市下羽角町岩谷14 TEL 0563-55-1805
E-mail/kunihiko_hara@mgtnet.denso.co.jp

4 十年先を読むのか、十年先を創るのか

研究開発を生業とする者にとっては常に相当先を見て新しいものを生み出して行くことが宿命的に求められている。種まきの研究の場合には特に重要なことである。しかし実際これは言うに易し、行うに難しである。どこかで誰かが発案してくれた研究テーマをあれこれ論評してその中から行うべきテーマを抽出することは誰にでもできる。これは企画でもなければ先を見た研究でもない。情報整理に過ぎない。エコノミストや先進的と言われた経営者たちがあれほど礼讃した IT ビジネスが早くも米国を中心に破綻しはじめ、そのあおりを受けて国内の大手半導体メーカーが軒並み数百億円から一千億円を越す赤字を出していること（7月28日付け日本経済新聞ほか）が象徴するように、変化の激しいこれからの時代に、雇用の創造や人びとの真の幸福の充足に資するテーマをきめることがいかに難しいかを思い知らされる。これまで言いふるされてきた「十年先を読んで」決めようにも、読むものさえその中身は希薄なのである。一体、それではこの所をどう考えて仕事をすればよいのか、大なり小なり皆不安に思いながら毎日を送っているものと思う。ここでは私自身の経験の中から一つの事例を取り上げ、先を見た仕事の進め方について考えてみたい。

「半導体技術と超格子の概念をとりいれたナノレベルでの物質の構造制御技術を用い、充放電の繰り返しによ

る結晶構造ならびに微細構造の変化がなく、またリチウムイオンの移動が容易な構造のリチウム金属酸化物とその誘導体の開発を行い、この結果として得られるナノ構造制御リチウム金属酸化物を正極活物質に、また、異種元素の注入により局所的な電気陰性度の違いを作り、金属リチウムの析出核サイトを原子レベルで形成した表面ナノ構造制御活物質を負極に用いることにより、重量エネルギー密度および充放電寿命を格段に向上させる」

この記述は、今から十数年前に、私が将来の重要基幹部品になると見越したリチウム二次電池の実用化を目指した研究の中で、性能を画期的に向上させるための物理化学的な考察から材料の開発方向を示した記述の一部である。当時はまだナノテクノロジーという言葉が巷間広く使われていなかった時代であった。この材料開発の指針は、しばらくして、時の通産省が十カ年の国家プロジェクトとして始めた分散型電池電力貯蔵研究プロジェクトの中に、未来型電池の研究としてテーマ化され、電池メーカーでもないわれわれがその推進企業としてプロジェクト参加を許されることになるきっかけとなった。

研究部門の人たちとのその後の努力によってエネルギー密度や充放電サイクル寿命など主要な電池性能が金属リチウム二次電池としては世界最高の値にまで到達し、この結果は NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）から一昨年世界に発信された。また、この活動を基礎に今日まで大手自動車メーカーとわれわれが共同で研究を

進めてきた電力用リチウムイオン二次電池の性能は、今日、自動車応用と言う視点から見た場合、名だたる電池専門メーカーの作る電池性能をしのぐ総合性能レベルにまで到達するに至った。

実は、ナノ構造制御の発想を最初に思い立ったのは、私がまだ係長のころ、今から 17 年ほどまえにさかのぼる。当時、筑波大学の白川秀樹教授のグループによって導電性高分子のポリアセチレンに半導体と同じようなドナーのドーピング・脱ドーピング反応が再現性よく現れることが化学系学会で報告され、材料研究者のあいだでは興味を持たれ始めていた。私は仲間二人と共に、過塩素酸リチウムを溶かしたプロピレンカーボネート溶液を詰めたガラス瓶にチーグラ・ナツタ触媒を用いて合成したポリアセチレンを詰めて電池を構成し、この電気で液晶ディスプレイ付の CMOS クロックを動作させてみせた。将来は半導体と並んで軽量で高エネルギー密度の二次電池が必ず重要なキー・デバイスになると考え、是非、研究を行って新しい事業に育てるべしと思い、瓶詰め電池を持ってその考えを担当役員に説明をした。今はリタイアされているが、その役員は、熟慮された上で、「先のことは良く判らないが、蓄エネルギー技術はやっていくべきだ。進めてみたらどうか」そう言ってこの研究を認知してくれた。

ほぼ同じ時期に、マンガンスピネル構造にも見られるドーピング反応が電池活物質として有効であるという情報がイギリスから入ってきていた。ただ、この物質はイオンの出・入によって結晶構造が崩壊するらしいというわさを知っていた。さんざん迷ったが、結果的には酸化反応に弱いポリアセチレンを捨て、結晶崩壊しないスピネルの探索の道を選んだ。どうすれば崩壊を食い止められるかを考える過程から、結晶格子場に原子サイズで応力緩和機構を導入することを着想した。これがナノ構造制御電極活物質の基本概念であった。また、電気陰性度の差を電析核形成点にする表面改質型のナノ構造制御負極についてのコンセプトもこの時、同時に作り上げた。加えて、ナノ構造制御物質の考え方に従えば、従来、勘・コツの世界であった電池材料技術に第一原理計算や分子動力学計算などの計算科学の手法を有効に使うことができることも示した。

その後、小型電池としての実用化をめぐり、幾つかの曲折はあったが、今日まで研究者たちがあきらめずに電力用途をめざして努力を重ね、結果的に低温でも高いエネルギー密度を有し、併せてエネルギー回生効率が世界で最も高く、かつ、自動車を動かすことができる高出力の二次電池をうみだすまでに至った。

当時、日本の大手電池メーカーもイオン電池について研究はしていたものの、満足の行く特性のものは出来ていなかった。そのことをわれわれはよく知っていた。将来、電気エネルギーが油圧などに変わって車の主要エネルギーとなると考えられるのに、エネルギーを造る、貯める、輸送する、損失をなくすと言う四つの技術が当時、いずれも十分な研究がなされていないことに不安を感じ、これを研究して事業にすることが是非必要と自らに言い聞かせ、頑張ったものである。今日、エコロジと言う言葉が価値を生む時代となり、ハイブリッド車がエコカーのグローバルスタンダードになろうとしている時代になって、MG、電池、パワーモジュールなどがいずれも、死活的に重要な製品技術となっていることを見るにつけ、いたずらに軽率な外乱には揺らぐことなく、時代を創るために頑張りぬく意欲と覚悟の重要さに思いを新たにするものである。

電池の場合について少し詳しく回顧したが、音声認識・音声分離の数理解析技術、環境障害物認識技術、ピエゾ技術、通信ナビ・映像技術、レーザ技術、瞬時大容量高速無線通信技術、沸騰冷却技術、超多層プリント基板技術など、今日重要な新規事業の核技術はみな、1980 年代に、志ある当社の技術者が着手し、厳しい試練の過程を経て今日にいたっている。創造責務の重荷を背負い、苦勞してここまで引っ張ってきた研究者、技術者の努力を、管理者は称えるべきであろう。

1999 年、アメリカの当時の大統領クリントンは、科学技術の世界で革新的技術を生み出すべく、National Nano-technology Initiative なる国家プロジェクトを立ち上げ、このプロジェクトだけで年間 500 億円強の研究資金を投入することを決めたことは周知の通りである。これに触発され、日本においても、その後、至る所でナノという言葉が使われ始めている。国家プロジェクトにおいても、学会においても、およそプロジェクトの名の付く活動の多くにナノという接頭語がついている。付和雷同と思わないわけでもない。これまで科学技術にあまり興味を示さなかった人々までもが、ナノテクノロジーをやらなくても良いのかと問いだしている。国内外で誰かがやりかけ、うまく行きそうな状況を見て取れると、自分も実は以前から考えていたのであると言ってあわてて腰をあげると言う姿勢をとっているうちは、これからの時代を創ることは出来ない。研究開発とは本質的にハイリスク・ハイリターンを認めるところに成り立っている。S 社は 1960 年代初頭、まだ国内企業でだれも

随論

研究に取り組まなかった時代に超伝導材料の研究を始め、30 余年の歳月をかけて今日、たとえば良質シリコン単結晶製造に不可欠な超伝導磁石として超伝導体を実用化し、世界市場に送り出している。また、1970 年代に始めた化合物半導体の研究から 30 余年の歳月をかけて今日 III-V 族を中心とする化合物半導体で世界のトップシェアを築くに至っている。やると決めたことはたとえ時間がかかってやり抜くという姿勢を堅持している世界的企業の一つである。かつて豊田喜一郎氏は周囲の反対に屈することなく一途に車づくりに取り組み、国産第一号の乗用車を完成させ、今日のトヨタ自動車をつくりあげた。十年先（未来）は読むものではなく、創るものであるという強靱な意志がこれまでも、これからも研究開発者には強く求められるものであると今改めて思う。

(2001 年 8 月 1 日)

5 発想の飛躍

5.1 十年後を見た研究開発の仕込み

最近のように技術が高度に進歩し、それでいて経済の拡大がそうは望めない時代になると、他人とは相当違った視点からの発想がなければ、世界から一步抜きでた成果を生み出すことは至難である。ただ、現製品の世代交代のための開発については開発ベクトルの大部分がすでに見える状況にあることから、効率的に人と時間を割り、適切な技術導入も取り入れながら実務をすすめる方策に腐心すればよい。これと比較して、十年後に花開かせる研究・開発の種を考える場合は、殆どの人びとが不可能と思うような高い改善・改良の目標を設定してそれに挑むか、だれも思いもつかなかった新しい概念を生み出してそれを具体化するしかない。

時代は CS（カスタマーサティスファクション）ではなく CD（カスタマーディライト）を求めていると言ったキャッチコピーが使われている。仕事をする上での考え方をおよそ表現するのに適当な言葉ではあるが、こう言った言葉が何がしかの即効的効果を生み出し得るのは、関係するいくつかの基本的な技術の進歩や発明がなされた後の話である。画期的な新技術は掛け声だけで素早く生まれるわけではない。イメージではなく具体的な発想を現に生み出し、それを実現し得るか否かが決定的に問われているのである。それには地道な努力の積み重ねがどうしても必要なのである。打出の小槌を振れば宝物が出てくると言うようなわけにはいかないのである。

願望だけを技術の言葉を借りては議論することで、あたかも将来を憂い論じているという錯覚に落ち入っている人は研究開発を担当するには不向きである。実現する技術もしくはその研究開発の努力の裏づけがない議論はいくら続けていても実りえない。実務実行の泥臭さと厳しさを嫌い、座して得る情報だけを頼りに訳知り顔の政策論に甘んずる技術屋は真の意味で十年後を託せられる人ではない。せっかく先を見た研究をやっているのに、それを真っ先に潰してしまうのは決まってこの種の人たちだからである。さらに、このような人々の集団の中からは優秀な技術者や研究者は決して育たないのである。

十年後を見た研究開発を成功させるためには次の三つのことに全精力を傾けることが大事である。第一に、長い目で見て必ず世のため人のためになることは何かといった視点で、あまたあるニーズの中から永続的価値をもった本質的課題を掴み、その解決に向かって一心不乱に努力すること、二つ目は、良い点を取ろうとか人に褒めてもらいたいと言った小市民的価値観を捨て、失敗や行き詰まりを恐れず、それを克服できる強靱な知的体力を身につけて思った事をまず実行し、事実と経験を積み上げること、そして三つ目は、世界に目を向け、突出した研究開発の現場に数多く足を運び、そこで研究している人たちの発想にじかに触れることである。そしてまた、この三つの努力の中から発想の飛躍が起きる。

5.2 永続的価値をもったニーズの本質

ニーズの本質を見つけるということに関して印象深い経験がある。アメリカの農業昆虫学者エドワード・F・ニップリング博士は農薬を一切使わずに害虫を完全駆除する技術の発明とその実用化の功績で 1995 年に日本国際賞を受賞された人として有名である。

古くから長い期間にわたって、害虫を駆除するために沢山の種類の農薬が開発され、使用されていた。そのために農産物の薬物汚染と環境汚染が深刻な事態となってしまう、また一方で農薬耐性を持った新しい害虫を次々と生み出すというイタチごっこが続いてきた。ところが、50 年ほど前に、この本質は『特定の害虫を殺すことではなく、その害虫がいなくなることである』と言うことにニップリング博士は気付いた。そうであるとすれば、考えるべき本質的に重要なことは、殺虫剤の開発ではなく、害虫の種の保存の連鎖を断ち切ることであったのである。生物の種の保存は受精・発生・成長の過程を必ずたどる。もし、妊娠能力のない雄を作り出して大量に農場域に繰り返し放ち、その自然交配の

世代をかさねることに成功すれば、わずか1ナノグラムの農薬も使うことなく、自然にその種は絶滅するはずである。1953年に博士はこの概念を、環境と両立する人類にとって永続的価値のある害虫防除法と位置付けて研究を始め、ついに、これを不妊虫放飼法と言う害虫駆除技術として確立したのである。今日、遺伝子治療とその応用と言うハイテクノロジーが先端技術として巷間脚光を浴びているが、50年前にすでにニップリング博士によってその原型原理は試されていたわけである。1995年の春、天皇・皇后両陛下が主催された博士の日本国際賞受賞祝賀の後席宴（こうせきのうたげ）に小生も妻とともに出席の栄誉によくし、この年同時に日本国際賞を受賞された可視光発光半導体レーザの発明で有名なニック・ホロニアック・ジュニア博士とともにニップリング博士の研究を直接に伺う機会に恵まれた。そして、博士の、この本質を見抜く眼力にいたく感動したのである。

5.3 知的体力の勝負

冒頭、知的体力という言葉を使った。この言葉は米国カーネギーメロン大学ロボット研究所長の金出武雄教授から教わったものである。先月10月5日、教授から知能ロボットや計算機ビジョンテクノロジーの最先端の研究成果をうかがう機会があった。研究所での数々のアクティビティの中から、たとえば、ピッツバーグからロサンゼルスまでの6000kmを自動走行する自動車技術の成功や、ヴァーチャライズド・リアリティ（ヴァーチャル・リアリティではない）と言って、現実に行っているシーンをリアルタイムでデジタル情報に変換し、それに必要に応じて種類の異なる仮想空間を融合させて新しく人工仮想化した現実を再現する技術、あるいは、モザイク加工された画像からオリジナル画像を予測再生する技術などの成果を見せていただき、技術開発のフロントのダイナミズムを十二分に堪能させていただいた。その後、夕食会場までの車の中で、カーネギーメロン大学での多くの目覚ましい成果の陰に、実はおびただしい数の失敗の積み上げがあったことを教授から聞かされた。ただ、研究所の皆が失敗に挫けず、次々と代替のアイデアを出し続けたことも併せてお話された。教授はこの一連の努力を『知的体力の勝利』と紹介してくれたのである。マラソンに肉体的体力が不可欠であるのと同じように、長期的な研究を成功させるにはこの知的体力がどうしても必要である。リーグは、若い研究者がこの体力を養う機会を絶対に奪ってはならない。

5.4 突出した研究開発の現場

アメリカオハイオ州デイトン市に世界最大規模のアメリカ空軍研究所がある。昨年12月、多少面倒な手続はあったものの、ここを訪れる機会に恵まれた。800人の博士研究者、3000人の研究者を含めて5800人の職員が働く国立研究所である。機密保持義務の関係から詳細を述べるわけにはいかないが、航空宇宙、情報通信、飛行体、ジェット推進、弾頭、生理・生体計測、人間工学、極限材料、エネルギーの分野でそれぞれ突出した研究活動が行われていた。手のひらサイズのジェットエンジン搭載の飛行機、大電力交流発電機、高解像度・高感度暗視野メガネ装置、超強力フラッシュライト、超高加速度の下での人間の知覚変化計測、多機能コックピット、耐熱材料など超非日常のテーマが日常的に研究されている。航空機で実用化され、やがて自動車に应用されてきた製品は過去に幾つもあったことを考えると、今、ここで奇想天外に感じられる研究もいずれ自動車に使われる時代がかならず来る。突出した研究成果の数々を目の当たりにして、われわれの発想の小粒さを改めて思い知らされた。しかし同時に、それまでの発想の限界を大きく広げるコツも実感できた。同行してくれた若い研究者もおそらく同じ思いであったに違いない。ここでは優秀でありさえすれば十分な自由裁量権を与えられ、飛躍した発想でのびのびと研究に打ち込んでいた。ただ、優秀でなければ容赦なく淘汰されるのもまた現実である。もっとも、優秀であるかどうかを見抜ける能力を持ったさらに優秀な上司がいるからこそそれができるのである。

5.5 飛躍した発想

飛躍した発想は、多くの人が無意識に陥っている『他人のアイデアの受け売り』と違ってそうたやすく出るものではない。しかし、この小文の最初に述べた三つの努力を積み重ね、研究実績を重ねることで、次第に、しかし確実にその力は身に備わってくるものと確信している。ここでは具体的な現業テーマにまつわる発想の飛躍については敢えて紹介しなかったが、それぞれの立場で日々携わっている研究・開発ならびにその周辺の仕事の中身を見つめ直し、自らが十年後の世界を創るつもりで是非飛躍した発想で殻を破って行きたいものである。

(2001年11月1日)

… つづく