

セレンディピティ実現のための認識と人材育成

Awareness and human resource development required to realize serendipity

池野 順一
Junichi IKENO

Key words : serendipity, human resource development, creativity, insight, observation skill

1. 緒言

セレンディピティとは、「偶然に、幸運な予想外の発見をする才能」とのこと。これは広く解釈できるため、出会い、スピリチュアル、最先端科学に至るまで用いられ、実体は曖昧である。故に、道端で十円玉を偶然拾ったことと、苦労の末に大自然の法則を発見したことが同じ単語で表現されかねない。ノーベル賞学者天野氏は「セレンディピティはない」と言う。その胸中はいかばかりであろうか。

バートン氏は、科学・技術の世界では、面白い科学は未知の領域で見つかるという。アレキサンダー・グラハム・ベルの言葉にも「その時が来たら、踏みならされた道から離れ、未踏の森の中に入ってみなさい。そうすれば、きっとあなたはこれまでに誰も見たことのない、何か新しいものを発見するに違いない」とある。江崎玲於奈氏は、これを「森の中のサイエンス」と呼び、新しい科学は必ずここから生まれるという。さらに、ここで必要な研究能力は「創造力」だという。鋭い知性のもとに研究するが、ときには暗中模索、悪戦苦闘、試行錯誤を繰り返す、たまにチャンスに恵まれて暗い森の中で光彩を放つ成果を得て歓喜する。これは个性的で、未知への挑戦であり進歩の原動力になるのだという。

本稿では、セレンディピティと言えるかわからないが、筆者の恩師から受けた教育や経験をもとに、天野氏や江崎氏の意図するところに思いを馳せながら「発見」の実現に必要な認識とは何かについて考えてみたい。また、偉人の残した言葉には認識も含め人材育成の貴重なヒントがあると思えるので最後に紹介したい。

2. 恩師から受けた教育から実現のための認識を探る

面白い科学は未知の領域で見つかるという話には続きがあって、同じ人が何度も見つけるのだという。これを「才能」と言い切ることに違和感を持つのは天野先生だけであろうか。

私の卒業研究はレーザー加工(波長 1064nm, パルス幅 1ms)研究であった。当時流行の研究をしてみたいと申し出たが、あっさり却下されてしまった。先生は「誰もやっていないことをやりなさい。手を汚して実験をしなさい。走りながら考えなさい。」と言われた。仕方なく、実験室にある金属材料などを片っ端からレーザー照射し、加工時に発生する閃光や爆音を経験した。その中で石英ガラスだけは何も生じなかった。石英はレーザーを吸収しないので加工できないのであるが、なんとなくモヤモヤとした気持ちが残った。レーザー加工の研究者に「YAG レーザで石英ガラスを加工できないか」訊ねると「できるはずがない」と言われ、素人だと馬鹿にされてしまった。そ

のとき、「そうか、当たり前すぎて誰もやっていないのか、それならやってみよう」無謀にも心に決めてしまった。工業的利用価値のない、「できるはずもない」石英ガラスの YAG レーザ加工であったが悪戦苦闘の末、光を熱に変換するのは石英以外でも良いのではないかと思い、金属薄片をガラス表面に乗せてレーザー照射するとクレータが形成できた。ただし、金属薄片ではその後クレータの底に熱を伝達できず加工は進まなかった。そこで液体なら穴に充填できると考えた。レーザーを吸収すると高温を発する液体で穴あけが実現できた。いま思えば、大した成果ではないが、当時の私は感激し、心が洗われる思いがしたのを覚えている。さっそく先生に報告すると、「どうしてできたの？」と質問された。自分の思考経過を辿りながらメカニズムを説明したつもりでいると、「それは真実なの？」とまた質問された。真実に決まっていると思った。しかし、このとき「思い込み」か「真実」かは、検証しなければわからないという実験研究にとって重要なことを教わった。

加工穴径は 0.2mm であったため、穴が深くなると液体も穴底まで入らなくなり、加工は不安定になった。そこで、石英ガラス裏面を液だまりに接触させて、ガラスを透過させたレーザーで裏面から穴あけすることを試みた。穴はガラス裏面から 10 倍の効率で安定してまっすぐ成長した。このまっすぐに成長するのは、液体が局所で高温になるとガラス面に高圧が垂直に作用して穴があくからだと思った。ある日、いつものように実験をして加工穴を観察すると、裏面とある角度をもって倒れかかるような穴ができていた。その日実験台が少しだけ傾いていたことが原因であった。このことから、ガラスと接触する液体の高温部が、1ms の間レーザーを吸収し加工し続け、穴がレーザー入射方向に成長してきたことが判明した。今まで考えていたメカニズムは間違っていたのだが、これがわかった瞬間、逆にワクワクした。なぜならレーザー入射方向を変えれば、ガラス内部に 3 次元で穴あけができるかも知れないと思ったからである。こうして、レーザー光を透過してしまい加工できないはずのない材料だからこそ、3 次元穴あけ加工が実現できたのであった。

工業的利用価値も考えず、無鉄砲に突き進んだが故に新たな扉を開く不思議な体験をした。ただ当然ながら、学会で評価されることはなかった。その点で悩む私に、先生はさりげなくメンデルの話をされた。エンドウ豆の花の色から遺伝法則を見出したが学会からは評価されず、34 年経ってやっと論文が評価された人である。先生は「新しいことに挑戦し、誰にも知られていない普通の真理を見出すことこそ、研究にとって大切なことではないだろうか」と言われた。この言葉は私の心に深く染みた。

3. 砥粒加工研究から認識を探る

研究所の助手になった私は実験室にあった小さな古い研磨装置を使って砥粒加工研究をすることになった。「誰もやっていない新しいことをせよ」とは恩師の言葉であったが、砥粒加工は人類最古の加工技術である。今更、自分に何ができるのかわからなかった。ある日、寺田寅彦のある文章を見つけた。「新しい研究とは、装置が新しいのではない。考えが新しいのである。最新の装置を使って、古い考えで研究をすれば、それは新しい研究とは言えないのである」これを読んだとき、「そうか、考えが新しいことに研究は価値があるのか」と思った。ちょうどその頃、「銅を研磨した後にアルミを研磨すると、研磨とめっきが同時にできるらしいので研究してみなさい」と上司命令が下った。この研究の目的が理解できず、目指す博士論文も書ける見込みはない。ただ、途方に暮れてばかりもいられない。レーザ加工で現象発生メカニズムを探ったら、いろいろな新しいことに出会えたことを思い返した。風変わりでもやるはずがない“めっき+研磨”という暗い森の中に入り込んで、まずは現象解明に取り組むことに決めた。

この研磨では、シリカ超微粒子を用いた。銅を研磨するとシリカスラリーは青みを帯びた。「引っ掻き作用による除去＝砥粒加工」だと思っていたが、超微粒子は銅をイオン化して除去するらしく興味湧いてきた。青くなる原因を究明するために化学分析してみたが、濃度が薄くてできなかった。そこで、熱変質せず、短時間で濃縮液を作ることが必要となった。そのころ、コロイダルシリカの電気泳動現象を使ってシリコンの高効率研磨に成功したという論文が金沢大学から出された。研磨板を陽極にして、負に帯電したコロイダル液を研磨板近傍で高濃度にして研磨能率を向上させたというのである。これだ！と思い、すぐにクリップを電極にしたバラック実験を行ってみた。すると、陽極周辺に確かに色の異なる層ができ、濃縮液ができていくようであった。そのとき、ふと「スイッチを切ったら、これは拡散してなくなるのだろうか」思った。スイッチを切ってみると、それは残って見えた。不思議に思ってクリップを取り出すと、表面には固体の凝集層ができ、液の濃縮はできなかった。しかし、この凝集層を見て「超微粒子で鏡面研削砥石ができるかも知れない」とワクワクした。分析のことはひとまず横において、メカノケミカル反応を利用した超微粒鏡面砥石という新概念に夢中になってしまった。

凝集層を調査すると、単純立方格子を形成して整然と粒子が並んでいることがわかった。そこで超微粒子表面に吸着し、ともに電気泳動してくれる高分子を探し、これを結合剤にしたペレットを作ってみた。ペレットは乾燥時に車一台が乗るくらいの圧縮が自然にかかり、引き締まった均質なものができた。また角砂糖一個程度の塊に小さな街1つ分の表面積が内在し、高い反応性も期待された。ただし、砥石の三大問題である目詰まり、目こぼれ、目つぶれの解決策はなく、砥石として有効かはわからなかった。実験研究は実証の積み重ねである。シリコンウエハに対して加工実験をすると、インフィード研削ならばペレットが摩耗してもウエハの形状精度にあまり影響を及ぼさないこと、目こぼれによって目づまりが解消でき、そのとき出た遊離砥粒でさらに仕上げ研磨が促進されることもわかってきた。通常のダイヤモンド砥石では、研削マークと歪みがウエハに残るが、このペレットでの研削は視認できるマークが発

生せず、前加工の歪みを除去してくれることもわかった。

環境ブームが到来した時には、無害な硫酸バリウムを砥粒にした安全なペレットを開発しようとした。そのペレットはシリコンを鏡面にできることがわかったが、温泉の匂いがした。分析すると亜硫酸ガスであった。反応まで考慮しなかったために安全な砥石は開発できなかった。しかし、反応を追うとシリコン表面の酸化膜を消しゴムの屑のようにくるくる巻いて除去することや、ペレットでは砥粒の83%が反応に関与していることがわかった。さらに推測の域を出なかったメカノケミカル反応も化学反応式で明示することができた。

途中で放りだした“めっき+研磨”は、その後、超微粒子周囲のイオンによって物質移送するメカニズムが明らかになった。これは砥粒加工学会法人化を記念して設けられた砥粒加工学会賞論文賞の第一号となった。このようにして、暗い森の中から生還した時には学位も取得していた。

4. 先人の言葉から人材育成のヒントを考える

先人の言葉を拾ってみる。

パスツールは「観察の場では、幸運は待ち受ける心にだけ味方する」。ロバーツは「発見は好奇心と認知力の強さだ」。ジェルジは「発見は誰もが見ていることを見て、誰も考えなかったことを考えることだ」。セレンディピティ的発見のための教育という論文のなかで、レノックスは「正しいか誤りかを評価せず、観察力と記録能力を評価すべきだ」。寺田寅彦は「科学者とあたま」という随筆の中で「科学はあたまの悪い、命知らずの死骸の山の上に築かれた殿堂であり、血の川の畔に咲いた花園である」さらに、他の随筆では「研究者は、数理的分析能力と実験で現象を系統化し帰納する能力が優れていてもだめで、ルクレチウス(詩人)的直観能力なしに科学はなんら本質的な進展を遂げない。」赤堀四郎氏は、研究テーマが尽きるのではないかと不安に思う若者に「科学は人の営み、自然と人の対話である。自然は自分から語ったりはしないが、人の知的欲求が続く限り、自然はその神秘を語り終えることはない。また予想に反した実験結果が新事実であれば、そこには予測しなかった重要な真理が潜んでいると考えるべきである。その真理を見つけることができれば独創研究が生まれる。」

どれも未知の科学領域を補完していく人材の育成にとってヒントとなる金言に思えてならない。

5. 結言

セレンディピティ実現のための認識とは何か、人材育成はどうあるべきか、私ごときが結論に至ることは難しい。ただ1つだけ言えるとしたら、セレンディピティに才能は不要で、表現のための認識をもつための教育こそが重要と思えてならない。砥粒加工学会がその認識を与える教育の場であって欲しいと願っている。この小文が、皆さんのセレンディピティについて考えるきっかけになれば幸いである。



【池野 順一】(いけの・じゅんいち)
 ・埼玉大学大学院理工学研究科
 ・e-mail : ikeno@mech.saitama-u.ac.jp