

触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

安井昭夫さんを偲ぶ

中村征四郎

触媒学会の発展にご尽力された元クラレ専務の安井昭夫さんが2月9日、脳梗塞のため急逝された。享年86才でした。安井さんは昭和27年に京都大学工学部燃料化学科を卒業され、多羅間研究室の助手を経て、昭和32年に倉敷レイヨン株式会社(現在の(株)クラレ)に入社。中央研究所長、専務を歴任され、平成6年に退社。その後亡くなるまで公益社団法人・山陽技術振興会の会長として岡山の産業の発展に努めておられた。平成25年には科学分野の文部科学大臣表彰・科学賞を受賞されている。

このたび山陽技術振興会のご厚意により安井さんが昨年山陽技術雑誌(62巻、2015年4月号)に寄稿されたエッセイ「研究開発を完成させるための組織」の転載許可をいただきましたので、本エッセイを拝読することにより、在りし日の安井さんを偲びたくおもいます。安井さんのご冥福を心よりお祈り申し上げます。

研究開発を完成するための組織

安井昭夫

2014年は研究開発に関する事件の多い年だった。年明けに理化学研究所の小保方晴子ユニットリーダーらによるSTAP細胞発見が大々的に報道され、小保方(31才、早稲田大理工学部卒、工博)は一躍時の人になった。しかし、直ぐに論文に疑義が浮かび、論文の捏造、再現性の失敗と続き、論文取り下げ、笹井リーダーの自殺、小保方の理研退職と続いた。一方ノーベル物理

学賞に日本の赤崎、天野、中村の3人が青色LEDの発明で受賞した。研究開発を商売とした私には、研究者の倫理、効率的な方法など大いに考えさせられた一年だった。

1. ベル研究所によるトランジスターの発明

歴史的な発明として、よく知られているベル研究所のトランジスターの発明を振り返って見た。これには菊池誠(元ソニー(株)中央研究所長、「若きエンジニアへの手紙」ダイヤモンド社(1990))の素晴らしい解説がある。ベル研究所のW. ショックレー(1910~1989)率いるチームは1947年12月に発明し、1948年6月発表、1956年にJ. バーディーン(1908~1991)、W. ブラッテン(1902~1989)3人でノーベル賞受賞。

ベル研究所のM. ケリーはMITで博士論文の仕事をしていたショックレーの才能を認め、ベル研に誘った。「電話を全米に広げるためには今の真空管ではダメだ。これをはるかに超えた性能の増幅装置が必要だ。これを是非やってもらいたい」。1936年、ショックレーは博士になると直ぐにベル研に入所、ケリーの命題達成に向って失敗を繰り返し続ける。バーディーンは天才理論家、戦時中は海軍で潜水艦の設計、1945年にショックレーがベル研に連れてくるが、最初はショックレー・チームではなく、部屋が無いので、間仕切りで同居していたがショックレー・チームの活発な議論に惹かれて参加。ショックレーの計画は失敗し続けるので、チームを離れていく者も出てきたが、彼は自分の計画を皆に公開し、皆の興味をつなぐために、少額ではあるが賭けをするが、連敗が続いた。

バーディーンはこんなに失敗するのは何か間違っている。それは表面が有限であるのに無限であると考えからではないか。これが表面電気二重層であり（1947年発表）、その実験をブラッテンが繰り返す。彼も失敗を重ね、最後は絶縁膜である酸化シリコンの膜を薄くするつもりがなくなって、偶然に成功し、歴史は変わった。

これを見るとアメリカだなーと思う。高い理想を掲げ、有能な人材をスカウトしてそれにまかせる。彼は失敗を重ねるが10年間も最後まで願張り通す。デュボンがハーバード大学の講師だった32才のカロースを「新しく創る有機化学研究部門の長として・・・」迎え、ネオプレン、ナイロンの発明を成し遂げ、高分子化学の時代を開いたのによく似ている。

それにしても博士なりたての26才のショックレーをリーダーにして10年間の失敗の連続をよくがまんしたものだ。しかも彼の部下は皆彼より年長者、それをまとめ上げた才能は素晴らしいが日本では考えられないことだ。理研の小保方リーダー31才は最初若過ぎると思ったが、ショックレーに比べれば5才も年長者である。もう一つ小保方の実験ノートのええ加減さが問題になったが、ベル研ではページ数の入ったノートが配られ、上司や識者による確認のサインが必要であった。これは米国特許法の先発主義によるもので、ノートはベル研に属し、ショックレーらのノートは今でも見られるそうだ。特許問題にかかわらず、雇用されたものの義務として当然のことだ。

ではリーダー・ショックレーは何をしたのか。彼の計画は全て失敗した。成功の案も実験も彼のものではない。それでも、ノーベル賞を採り、評価されたのは、失敗にもめげず、新しい考えを取り入れて実験計画を組み、チームを纏めて、何回でもチャレンジしたことを評価されたのだろう。このような人がプロジェクトには必要なのだ。発明時、ショックレー37才、バーディーン39才。

2. クラレのエチレン法酢酸ビニル (VAc) の工業化

ベル研のように日本ではできない。そ

れではどのようにして、(株)クラレ岡山工場の世界最初のエチレン法 VAc プラントは動いたのか。この間のことは「技術革新の旗をかかげてー技術者の見た大原總一郎ー」（山陽技術雑誌 Vol.53 2006）に詳しい。私は岡山市生まれ、第六高等学校、京大・工・燃料化学科卒、教室に残り触媒研究をやる。当時流行りの半導体触媒理論と実験に頭が禿るほど集中した。昭和32年春から助手、工学博士にもなったが、教室は先輩で満員だし、実用触媒で何かやってみたくてと思い、地元岡山のクラレが石油化学をやっていると聞いたので、自分から志願して、最初の工博所持者として昭和33年春入社した。当時28才。研究所はベル研やデュボンのような明確なテーマはなく、本社や課長の思いつきで、助手が一人つき、面白くも専門的でもないテーマを細々とやっていた。当時のクラレの石油化学はナフサの高温分解でアセチレンをつくることで、触媒反応とは無関係。

しかし世の中はアセチレン（石炭化学）からエチレン（石油化学）に移り、パラジウム (Pd) を使う反応が盛んに行われ、VAc もエチレンからできると報文は報じ、担当者は追試を試みたが副産物や腐食大で実用化不可として全て途中であきらめて、本社などに転出していった。昭和39年秋、ICI がクラレも諦めた方法による事業化、41年に運転に入ると発表。クラレも放っては置けない、安井君すまないがやってみてくれとなり、それぞれ修士卒の4年前入社の中村益彦君と当年入社の中村征四郎君が研究員として配置された。私が初めて組んだ研究チームである。最初の考えは今からでは遅すぎるので、どうせ技術導入だからプロセスの問題点を明確にすることが第一で、一年以内に結論は出るはずだとして、元気に発足した。

ICI は均一液相法で、問題は副産物や腐食大、田村担当とし、一方バイエル法は Pd 金属触媒、気液混合の反応系で中村担当とした。半年ほど経つと問題は明確になってきた。ICI 法は実施不可だ、特に腐食の問題は深刻で装置ができない。バイエル法は活性が小さく、Pd 金属が酢酸に溶解してくるので、安定運転不可。これで両方とも現行のままでは企業化できない、これ以上深

追いするのは止めと結論し、本社などを集めて現在の技術ではできないと説明した。本社の満谷からは Pd 金属による完全気相法の提案があったが、私の経験でそんな危険なことはできないとした。彼は研究所にいた頃塩化パラジウムを活性炭にのせ、完全気相法で試行しごく微量の VAc ができたことを昭和 36 年に出願していたからだ。私は反対したが、中村は Pd 金属触媒で完全気相法を試し、爆発なく微量の VAc をえて、これが成功の種になった。Pd 金属触媒のバイエルも完全気相法の出願は最初の滴る相から 1 年 4 ヶ月後だ。何故完全気相の試みは遅れたのだろう。安井もバイエルのクレーニッヒ（安井よりやや年上）も何故躊躇したのか。安井と同年の満谷は何のためらいもなく完全気相を試したのに。

ガスクロマトグラフ分析が普及するのは昭和 30 年代になってからだ。それ以前にガス分析をやった人間はガスの特性に応じて化学反応を行い分析していた。水素、エチレン、メタンの混合物を分析するには先ず、エチレンを硫酸で吸収し、空気と混合して、Pd 金属触媒の上を 100°C 以下で通して水素を燃焼し、最後に爆発でメタンを測定する。パラフィンと水素の燃焼分別は温度を厳密に制御しないと燃えてしまう。この考えからするとエチレンと酸素を 100°C 以上の温度で Pd 上を通すことは狂気の沙汰だ。クレーニッヒも安井もこの考えで鍛えられ、実験した年齢だから完全気相は怖かった。満谷は同じ年代だがガス分析をあまりやらなかったのだろう。中村はガスクロ時代だから全く怖くない。知識とか経験が技術革新を妨げる典型的な例だろう。

実際は完全気相と言っても、酢酸が Pd 面を覆い、燃焼を抑えたのだろう。しかし、少しでもできたのなら、活性を上げることが大切で、触媒担体の探索に入った。研究を初めて約 1 年半ほどで偶然に高活性系担体が見つかった。ここまでの進歩は中村の功績である。安井はこれで事業化間違いなしと社内に見得をきいたが、本当の勝負はこれからだった。高活性担体は水沢化学株のアルミナ・ネオビードを 500°C 位に加熱したものである。しかし、何故この担体がよいのか、焼成温度は何度が最適なのかなど、さっぱりわからない。実験する度に

活性が違う。自分の実験の拙さを忘れて、水沢化学に品質一定の物をくれとか、少し色黒であれば面の方がいいとか科学者にあるまじき要求を出したりした。

当時国内では測定できなかった担体の細孔分布を外部に依頼していたら、忘れた頃に驚くべき結果が出てきた。ネオビードは細孔分布が非常に鋭く、加熱によって分布の鋭さを乱さずに細孔径が大きくなる。これこそ触媒屋が求めていた理想の担体である。安井は 1940 年代後半、デュポンの科学者が理想の担体としてこのような細孔分布の担体を報告していたのを読んだ経験があったが、実物はなかったし、水沢化学株も知らなかった。これなら表面積を測れば、細孔径は一義的に決まり、焼成温度も容易に決められる。担体の再現性は完成した。

次に問題なのは触媒の寿命である。一年は保ってもらわねば困る。しかし、人の気も知らないで活性はどんどん下がる。何故下がるかが分からない。神経は疲れるし、理屈が組み立てられない。ガスの純度を上げ、触媒は大事に大事に反応させているが、改善なく活性は下がり続ける。一方岡山工場の建設は着々と進み、本社の連中は岡山工場に来てすることがないから倉敷で、実験の様子を見たり聞いたりする。寿命が一年なければ失敗だ。眠れない夜が続き、夜中に工場に行って逆に作業員に慰められて帰ったりした。ある日外国出願で東京に来てくれとなった。新幹線はない時代、夜行寝台に乗っても眠れない。大阪、京都、名古屋と過ぎても目は冴えるだけ、そんな時ふと気が付いた。今までは触媒を大事にし過ぎていないか。温度を上げ、酢酸を少なくした方が触媒表面はきれいになるのではと思われた。早朝の東京駅から電話して、条件を厳しくするように指示すると、異論はあるがやってみることになった。東京で一日面白くもない外国出願の仕事に付き合い、夜行で倉敷にトンボ返り、工場に駆けつけてみると活性はやや上がり気味に推移していた。

Pd 金属触媒を使用するバイエル特許は、滴る相の反応には特定してないと屁理屈を言われると文句は言えないので、バイエルから技術導入することになった。それも ICI 法はだめと結論し、Pd 触媒が自力で出来上

がり、工場建設に入っていた段階に来ていたからだ。昭和 42 年暮れにバイエルを訪問し、彼らのベンチプラントと結果を詳しく見学できた。活性、寿命などの結果はクラレのものとはほぼ同じ。私は工業触媒の経験がほとんどないクラレが、世界の化学企業のバイエルとほぼ同じ結果を、短時間で完成できたことに満足した。ポスのクレーニッヒが「何時工場は動くのか」「来年の夏には」と言うと、「それは不可能だ。ワインを賭けてもよい」。クラレはこの賭けに勝ち、ワインをせしめたが、ドイツ駐在員に飲まれてしまった。研究を開始してから 4 年で、工場が曲がりなりに動き出した。

工場が動くのには多くの人々にご協力いただいたが、骨格を作り上げたのは中村-安井のチームだった。役割は中村のブレイクスルーと安井の纏めがうまく噛み合ったからと考えている。工場運転開始時、安井 39 才、中村 30 才。

3. 人には年齢に適した仕事がある

仕事をするにも適齢期があると思う。サミエル・ウルマンの「青春」にならって心が若ければ何時までも若いと勘違いしている人が多いが、年齢は争えない現実である。孔子は 15 才で学問に志し、「30 にして立つ。40 にして惑わず。50 にして天命を知る。60 にして耳順(したが)う。・・・」どう読むかは個人の勝手だが、私は桑原武夫説だ。30,40 は前向きだが、50 は自信と諦めであり、60 は素直さと同時にひたむきな精神の喪失である。この考えで科学者や技術者を見ると、パスツールのような人は別として、50 を超えて革新的な仕事をした人は極めて少ない。大学が講座制を止めて、若い研究者に自由を与えたのはある意味でよいが、本当の成果が出るのか疑問だ。小保方に密着したよきリーダーがいたら、あんな無様なことは起きなかった。小保方のええ加減さはあるが、組織として不完全であったと思う。私は講座制、善い意味での組織は必要と考える。革新的、突破的なことは若い者の特権だから若い人に任せたとしても、目標に向かって纏めてゆく知識、経験は大切だと思う。年齢で少し上の、または専門の違った人との組み合わせは必須だ。一人で大仕事をするのは難しい。講座制の悪い

のは、上に下を育てようとする考えが不足しているからで、組織そのものが悪いのではなく、人が問題なのだ。最近若人不足から安易に停年延長論が盛んだが私は反対だ。孔子の言うように人には習う時、仕事をする時にそれに適した年齢があり、それを外すと育つ人材が育たないことになる。それでは 50 才以上の人は何をすればよいのか。経験を生かした教育だと思うが、これについては別の機会に譲る。

私が京大・多羅間研にいた時は、助教授、講師はいたが私は多羅間教授(36 才)直属になり、安井は 22 才。教授は当時流行の半導体触媒理論の確立を目指しておられ、教授の構想で、このような実験をやれと言われる。実験が分からないから助教授に聞く。それでもできないときは、理学部に行って聞いてこいとなる。理学部の大教授に聞きに行くと、丁寧に教えてくれ、自分の装置を案内してくれる。理学部の人に聞くと自分には何も教えなくて、考えてやれと言うだけだと話す。人にはいろいろあると感ずると共に、教授連は自室には厳しく、外には優しいのが普通だと思うようになる。多羅間教授は毎日午後になると実験室に現れ、先ず黙々と掃除をする。それから各自の実験台に来て、進捗状態を眺め、データを見る。当時は分析機器はなく、反応組成を変えて速度を測り、速度式を立てて反応機構を議論することが主流で、ある程度まとまると、教授と 2 人で反応速度式の議論を徹底的にやる。おとなしい教授が、この時はなかなか主張を変えなくて、「この式に合わないのは実験が間違っている」と言いたそうな雰囲気だが、実験を実際にやった私は「実験に合わないのは式が間違っている」と議論になり、大変勉強になった。20 年ほどして、偶然教授と 2 人並んで触媒学会の講演を聞き、教授が「最近の高価な機器を使った表面分析の結果も、昔速度式から考えた反応機構もほとんど同じだね」と言って満足そうであった。ここで、実験は徹底的に吟味され、繰り返され、理論は確立された。時々自分の文章を読んでいて、これは多羅間教授の書かれたものかと勘違いする時があるが、それほど個人のくせまで似てくるとは面白い。それほど実験から理論立て、文章の隅まで干渉されて、目標も纏

めも多羅間教授に負うところが大きい。教育とか組織とかはこんなもので、そのやり取りの中でお互いが成長すると思う。この教授とほぼ対等に議論できるようになると、自信が着き、ある意味でのプライドになって、苦しい時も突破できない筈はない、これができなければ触媒専門の多羅間研卒の恥だと思って頑張れた。

4. 効率的な研究開発の組織

2014年秋のノーベル物理学賞はLEDの発明で、赤崎一天野、中村の3人に授けられた。

赤崎一天野チームの詳細についてはよくわからないし、中村は1991年(37才)頃、窒化ガリウムのLED発明で評判になり、日本化学会などでこれは自分独自の発明だとして講演した。しかし実際は1981年に松下電器の東京研究所にいた赤崎勇(52才)が窒化ガリウムのLEDを発表。中村はより効率的な製造法を開発した。このことをはっきり言わなかったことや、企業での発明を自分一人の発明のように考えて、恩ある企業から大金を採ったことなどから、私は技術者の風上にも置けない人と考えている。誰かがやっていたことを効率よくやるのは、目標ははっきりして不変だから精神的には大変楽だ。

何か大きな仕事をする時に大切なのは

- ① 目標の明確化。これには議論の余地はない。これがないと話は始まらない。
- ② チームの構成、年齢、専門性

研究開発を成功させるためにも特に年齢と専門性が大切と考える。トランジスターやVAcの開発を見ても、突破力と成果を纏めるための組織は不可欠だ。ショックレーが考えた構想は全て失敗したが、彼がいなかったらトランジスターはできなかったことは万人の認めることである。彼は新発見を直ちに取り入れて次の構想を立て、実行し、その組織を最後までまとめていった。VAcではブレイクスルーは全て中村だが、触媒担体の理論付と安定化はまとめ役としての安井の寄与と思う。

組織を纏めるのには専門的な知識は不可欠として、経験によるいろいろの配慮も大切である。私の大学時代は研究費とか、他

大学との連絡、学会の雑用などは教授がすべてやられ、私は実験に打ち込めて大変助かった経験から、講座制はうまく運営すればいい制度だと思う。企業でも同じように雑用があり、若いものがそれをやると時間ばかりかかって進まない。それをサポートし、纏めるのがリーダーの役目だろう。理研の小保方にはそのような配慮がなかったように見え、大プロジェクトにはお粗末な組織だった。倫理性も大切だが、それだけでは発明も成功もおぼつかない。