

高輝度発光ダイオードの開発と事業化に見る、 開発者の個性と特許係争〔I〕

谷 光 太 郎

目次

- (一) はじめに
- (二) 高輝度青色 LED 開発の経緯
- (三) 開発成功の原因 (以上本号)
- (四) 高輝度青色 LED に係わる係争 (以下次号)
- (五) 中村教授による日亜化学提訴
- (六) 特許戦略への考え
- (七) 備考

(一) はじめに

平成12年から13年にかけて、半導体関係で世間を大きく騒がせたものの一つは、高輝度発光ダイオード (以下発光ダイオードは LED と略す) の開発と特許問題だった。

開発に関しては、従来不可能とさえいわれたこともある高輝度青色 LED の開発が日亜化学 (徳島県阿南市) の中村修二によって開発されたことである。この開発には、中村修二というきわめて強い個性の執念によって成功がもたらされた。独創的な発明、発見というのは、従来より、強い個性の執念から生まれてきたが、高輝度青色 LED の場合も例外でなかった。中村のこの研究への取り組みは、一般人にとっても大変興味深いと同時に、専門家に対しても多くの示唆を含んでいる。

新規技術事業に関して、特許が重要な意味を持つことは説明の要もなからう。高輝度青色発光ダイオードの発明は二つの意味を持つ。一つは従来の赤

や緑といった波長の長い光よりも、青は波長が短く、従って、単位当りで、より多くの情報を扱えることである。より分りやすくいえば、コンパクトディスクへの情報の出し入れをより多くすることが可能になるのもその一つだ。

もう一つは、高輝度 LED で青が可能となったことにより、今までに完成していた赤色、緑色に併せ、光の三原色が全部そろうこととなり、全ての色が可能になり、将来に与える影響力は測り知れぬものとなる。例えば、白色光も可能となり、現在の蛍光灯よりも効率のよい発光源となり得る。

ということは、将来の大きな可能性を秘める事業になり得ることで、日亜化学を含む、少なからざる企業間で熾烈な特許裁判が係争中である。我々はこれを知識権を巡る係争の一典型としてこれを見ることができると同時に、企業戦略を巡るケースの一例として考えることもできる。例えば、日亜化学は、特許は他社に売らない、という態度で今までやってきた。これに対し、特許を売却することにより膨大な特許料を得、これを更なる開発投資に充てる戦略はどうだろうか、あるいは特許を売却することにより、多くの企業がこの事業分野に参加し、全体の市場を更に大きくすると同時に技術の進歩を早める、これが結局は日亜の事業発展を更に刺激するのではないか、といった、戦略論も当然考えられる。

以上の、特許と事業といった面のみならず、本件では、中村が自分の発明した特許に関し、相応の金銭的報酬を求めて東京地裁に提訴したことにより、特許に関する企業と発明者との権利義務という問題が大きな関心を呼ぶこととなった。本論文の目的は以上のような各視点に関して、簡明な分析を行うことにより、技術開発に関心を持つ人々の参考に供することである。

良導体でもなく不導体でもない、半導体という物質は、昔よりその不思議な性質が人を魅了してきた。20世紀の半ば、この半導体を使って、①増幅器が作られ、整流器、発振器が作られた。さらに、②この半導体を使って、電気信号を光信号に変える発光素子、光信号を電気信号に変える受光素子が発明された。

①は現在の巨大な半導体産業を作りあげている。その材料のほとんどは単一元素のシリコンである。

②は現在、光通信という市場を巨大化させている。その材料は、二つ以上の元素でできている化合物半導体であり、その代表的なのがガリウム・砒素である。

さらに、③発光 LED の発する光（光通信の場合はレーザー光）をより明るい可視光とする高輝度発光 LED が生れた。

光の三原色は赤、緑、青である。この三原色の高輝度発光 LED に関して前二者は東北大の西沢潤一教授が開発した。最後の青は従来不可能とすらいわれていたのだが日亜化学の中村修二（現カリフォルニア大教授）が作り上げた。¹⁾この三原色があれば、基本的にはどんな自然色でも作り出せるので将来の巨大な市場が期待できる。

ここで発光 LED の理解のため簡単な説明を加えておく。

LED とは、光を出す最もシンプルな固体の半導体素子である。ダイ（二つの）オード（電極）という名前の通り、二つの電極を持っている。p 型半導体と n 型半導体を接合させ、p の方にプラス電極、n の方にマイナス電極をつなぐ。こうした時に光を出すのが発光ダイオードである。

発光 LED の米国特許は1962年にベル研究所のホロニャックによって出願されている。トランジスタ発明者の一人バーディーンは発明後ベル研究所をやめ、イリノイ大学へ移った。その時の最初の学生の一人がホロニャック。最初に実用化したのは TI 社で1964年らしい。²⁾

半導体レーザーは、レーザー（指向性の高いビーム状の光）LED という別名でも呼ばれており、構造自体は同じで、性能が違うものと考えればよい。ただ、二つの端面の間で共振が起るようになっていて指向性の高いビーム状の光が出る。

1) 「赤の発見、青の発見」、西沢潤一、中村修二、白日社、2001年、P.15

2) *ibid.*, P.21,

20年以上科学雑誌の編集に携わってきたキャリアを持つ松尾義之氏は、近い将来、西沢潤一東北大教授と中村修二カリフォルニア大教授がノーベル賞を同時受賞するだろうと予測し、併せてその受賞理由を次のように考えている。³⁾

「超高輝度 LED や半導体レーザーを実現するうえで必須な、化合物半導体の結晶成長メカニズムの解明に貢献し、それらを実現する基本的な方法論を確立したこと」

本論文では次の3点について考察を加えた。

(1) 従来不可能とさえいわれていた高輝度青色 LED が日亜化学の中村修二によって開発された経緯と、その成功原因

(2) 日亜化学と他社との高輝度青色 LED に関する特許紛争、日亜化学の特許戦略

(3) 中村修二と日亜化学との間の、即ち、発明者とその所属企業との間の発明報酬に係わる係争

(二) 高輝度青色 LED 開発の経緯¹⁾

高輝度 LED の開発に関しては、中村修二という個人の個性を抜きに語ることはできない。

このため、中村の経歴を簡単に記す。

中村修二は昭和29年5月22日、愛媛県の西北部佐田岬の中ほどにある西宇和郡瀬戸町大久おおくに次男として生れた。父友吉は四国電力の保安係員。中村が小学二年の時、父の転任で近くの大洲市へ移った。高校は大洲高校へ進んだ。

大学受験は徳島大学工学部をねらい、滑り止めに同志社大学をも受けた。

幸い第一希望の徳島大工学部電子工学科に合格した。

卒業研究（半導性チタン酸バリウムの電気伝導メカニズム）で初めてやってみた実験が面白くて大学院進学を考えた。京大の大学院を受験したが不合

3) *ibid.*, P.17

格で、徳島大の大学院多田研究室に入った。

多田研究室は材料物性（固体電子工学）を担当し、酸化亜鉛や窒化アルミなどの強誘電体材料の研究を行っていた。

多田修教授は昭和20年の東京工大卒。「実際に手を動かしてモノを作れ」と指導した。

研究室には壊れたテレビや中古品のラジオ、半端な電子部品、鋼材、ガラス管といったものが転がっている。これらの「ゴミ」で実験道具を自作する。教授自身がガラス管を切断したり、鋼板を叩いたり熔接したり、旋盤を使って部品を加工したりする。

中村も汗だらけになって配管加工をしたり、部品削りをした。実験研究の予算が少ないものだから、実験装置は自前で作るしか手がなかった。

この実験装置の自前製作の体験はその後の中村の研究に大きなプラスをもたらした。これは後述する。

多田教授は徳島市の南、阿南市所在の蛍光体メーカー日亜化学へ中村を推薦した。

多田は日亜化学創業オーナーの小川信雄社長と昵懇だった。小川は徳島医

1) 本章は次の資料によった。

「怒りのブレイクスルー」中村修二，集英社，2001年

「考える力，やり抜く力，私の方法」中村修二，三笠書房，2001年

「赤の発見，青の発見」西沢潤一，中村修二，白日社，2001年

「中村修二の反乱」畠山けんじ，角川書店，2001年

「日本経済新聞」2001年1月8日「技術創世記」

〃 (夕刊) 2000年2月28日「ひと—21世紀へ」

「日本経済新聞」2000年1月18日「中村氏米大教授に」

「朝日新聞」2000年1月8日「企業研究員から米教授に」

〃 2000年2月16日「ひと」

〃 2001年1月1日「青色求め独自の道」

「読売新聞」2000年2月9日「恵まれない日本の研究者」

2000年2月3日「顔」

「東京新聞」2000年10月15日「2000年，それぞれのメッセージ(38)」

「NHK 教育放送」2000年5月29日「独創はこうして生れた，青色発光ダイオード発明の秘密」

専業学科を出た化学屋で、戦争中はガダルカナル戦にも参加して九死に一生を得た人である。

戦後、占領軍の蛍光灯を見て、蛍光体の製造を始めた。

入社後の一ヶ月はガリウム精製の手伝い。続いてガリウム燐という半導体の開発を命じられた。半年間はガリウム燐などの化合物半導体やLEDについての論文を読みあさった。業績不振の会社には予算がほとんどない。実験装置を新しく購入することはできないから、その辺に転がっている古い装置を改造したり、壊れた部品をかき集めて自分で作るしかなかった。入社後半年で恩師多田教授の言葉が身にしみて分った。

いくら理論で武装しても、実際にモノ作りができないとどうしようもない。

それからは毎日毎日、装置作りに明け暮れた。型の古いのや壊れた電気炉、耐火レンガ、電線、真空ポンプ、石英管などを切ったり、削ったり溶接したりして再利用する。

ガリウム燐を作るには、石英管の中にガリウムと燐を入れ、中を真空化し、高温にして反応させる。購入した石英管は両側が開いたパイプ状の筒だ。この筒を必要な長さに切断し、一方を溶接でふさぐ。開いている方から燐、ガリウムを離して入れ、真空ポンプで空気を抜き、真空になると、溶接でふさぐ。これを電気炉に入れ、ガリウムを1000度、燐を600度に熱す。すると燐が気化してガリウムと反応して結晶となる。燐が気化すると石英管の内部は5～6気圧となる。温度が上りすぎ、気化した燐が更に膨張すると、耐圧限度10気圧の石英管はドーンという大音響で爆発する。

1米四方のアルミ製の衝立を自製して爆風を防いだ。月に一回は爆発した。爆発のたびに石英管が砕け電気炉が壊れた。

石英ガラスはプロパンガスバーナーでは溶接できず、より高温になる酸水素バーナーで溶接した。高温で汗だくとなる。このボンベを一日に二本使うほど溶接に時間を取られた。

このような苦労の後、三年後に製品化に成功した。ガリウム燐の値段はグラム500円だった。

次にガリウム砒素の製品化を命じられた。

ガリウム燐と製法は同じで、石英管にガリウムと砒素を入れ、電気炉で高温加熱し、反応させて作る。最初の一年は実験する。ガリウム燐の時は温度を上げ過ぎると、気化し過ぎた燐が大きく膨張し気圧を上げて爆発する。温度管理が重要なことを知った。

ガリウム砒素の場合は、ガリウムと砒素の割合が重要なことを知る。砒素の割合が多いまま化合させると、反応し切れなかった分の砒素が気化して石英管内の気圧を高めて爆発する。

ガリウム砒素の結晶も約3年間で製品化した。ガリウム燐の時も、この時も一人で全てやった。これが早い製品化の原因の一つだった。大手メーカーでやるように10人くらいのプロジェクトチームなら、5～10年かかる場合が多い。

ガリウム砒素の製品化が完了すると、赤外線を出すチップや赤色発光ダイオード(LED)の光る部分を作れと命じられる。

LEDは電気抵抗などの性質が異なる何種類かの半導体物質の薄膜をサンドイッチのように重ねて層にしたもの。ガリウム燐やガリウム砒素は、こうした層を作るための半導体物質だ。

LEDを作るためにはエピタキシャル成長法という技術を使う。エピとは「上に」、タキシャルとは「配置する」という意味である。この技術は、基盤となる結晶の上に、基盤が熔けない程度の高温にして、基盤より融点の低い物質を熔かしてのせて結晶化する。

装置は複雑化し、試行錯誤が必要となる。

実験装置は外注すると高額になるし、時間がかかるので自製の手造りとした。結晶薄膜の品質を評価するためのホール測定器も自作した。

作った試作品を納品すると、色々のクレームがくる。評価検査に数ヶ月の時間がかかる。諸データを貰ってから改良にかからねばならない。中村はスピーディーな開発には「LEDというデバイスそのものを製品化し、自社で評価しなければならぬ」と考え、上司に申告するが「予算がない」の一点張

り。このためオーナーの小川信雄社長に直訴して許可を貰った。こうして、赤色 LED を作るための装置や、測定器具を購入し、始めて4年後に、赤外 LED と赤色 LED の製品化にこぎつけた。

入社して10年目となった中村は、今まで会社のいうままに働いて、あまり報われなかったことを考え、従来の研究開発の延長上にあるのだが、極めて難しいとされていた青色 LED にチャレンジすることを決断し、再びオーナーの小川社長に直訴した。昭和の御代の最後の年の昭和63年で小川社長は76歳だった。当時、鮮やかで明るい青色の光が難しいことは半導体分野では常識だった。ある有名な学者は「高輝度青色 LED は理論的に不可能」という論文を書いていた。

青色 LED の素材として可能性のある物質は、①炭化珪素、②セレン化亜鉛、③窒化ガリウムの三つだった。①の青色 LED はあったが非常に暗く実用化は無理と考えた。残るのは②か③だ。そうして、よく調べて見ると、青色 LED を作るためには、赤色 LED を作った時のような、高熱で素材を熔かす、④液相エピタキシャル成長法では難しそうなことが分った。②も③も、熱を加えると熔けずに、そのまま気体になってしまう。このため④では不可能で、⑤MBE (モレキュラー・ビーム・エピタキシャル) か ⑥MOCVD (メタル・オーガニック・ケミカル・ベイパー・デポジション=有機金属化学気相成長法) となる。⑤は高温に熱するのでなく物質に分子線を照射するやり方。⑥は高温にした基盤へガス状に気化させた物質を吹きつけて蒸着させる方法である。⑥は高品質の結晶薄膜の成長と量産に向いている。中村は⑥を選んだ。

そうして、⑥を勉強するため、1年間フロリダ州立大学工学部へ客員研究員として短期留学した。

MOCVD 技術を完璧に取得する気構えでの留学だったが3台ある MOCVD は他の教授が専有的に使っており、中村はバラバラに分解され、そのままでは使いものにならない装置を9ヶ月をかけて配管や熔接を行って実際に使えるように組み立てた。

ここには、中国や韓国からも若い研究者が留学していた。米人研究者も含め、彼等は中村によれば技術的、知的レベルが大したこともないのに博士号を持たず、論文も書いていない中村を見下すような態度で臨んだ。

その上、手を汚すことを嫌う彼等は装置の配管漏れを修理することはもちろん、チェックさえもできない。電気炉さえ作れない有様だった。彼等にとって、そんなことは下男的存在の者がやればいいのだろうが、実験装置を熟知してなくては効率的、迅速な実験はできない。業者に依頼して装置の改良をしようとしても、すぐに2～3ヶ月かかってしまい、しかも希望通りの満足いくものとならないことが多い。

MOCVDを自分で組立て、実験してみると、ガリウム燐やガリウム砒素の結晶薄膜がシリコン基盤上に成長しているのを確認できた。

帰国後、青色LEDの開発を始めたが、材料を①セレン化亜鉛とするか②窒化ガリウムとするかの決断を迫られた。学界では圧倒的多数（中村によれば99対1）で実現性が高いのは①であるとし、②は難しい、としていた。①の場合ガリウム砒素を基盤に使える、セレン化亜鉛のきれいな結晶薄膜を成長させることができるのだが、②の場合は基盤に使えるような物質が見当たらない。シリコン・カーバイドかサファイアが考えられていたが、やってみても結晶欠陥の多い薄膜しかできない。

欠陥が多いと、電子の移動エネルギーが光でなく熱に変換し、薄膜の構造を破壊してしまう。

中村は②を決断する。大手企業や有名大学では①をやっているのに、田舎の小会社で、人も金もないのが競争して勝てるはずがない。②なら、どこもやっていない。

米国から帰国した平成元年三月、注文しておいたMOCVD装置が届いた。値段は2億円。

この装置には基盤となる物質を置く直径5センチの台があり、下からヒーターで加熱するようになっている。その斜め横から一本の石英管パイプが一本突き出ている（ワン・フロー）。

基盤は名城大学の赤崎勇教授が研究成果を出しているのを参考にサファイアとした。

このサファイアを1000度に熱し、この上にワン・フローからアンモニアガス（窒素と水素の化合物）とトリメチルガリウムという有機金属を水素に混ぜて、吹きつける。うまくゆけば窒化ガリウムの結晶薄膜が成長する。

結晶作りを始めてみると、当然のことながら駄目だった。市販の装置ですぐにできるのなら、誰も苦労しないし、学会で窒化ガリウムは可能性が殆どない、といわれるはずがない。基盤を熱すヒーターがアンモニアガスに腐食されてよく切れた。

基盤の温度の上げ方、ガスの吹きつけ方の工夫が必要だと考えた。そのためには装置の大改造が必要だった。

ステンレスのパイプや石英管を切断したり、曲げたり、熔接したり、部品の高純度カーボンを切るガス炎の噴きつけ具合を工夫する。もちろん、配線もし直さねばならぬ。

大手半導体メーカーの技術者なら装置の改造は外注に出す。外注に改造を頼むと早くて三ヶ月、長いと半年もかかる。中村の場合だと、前日考えたアイデアを一日か二日で改造する。

「午前中に改造、午後の実験」と決め、正月を除き、土、日、休日に関係なく実験に没頭した。米国留学より帰国したのが、平成元年3月。注文しておいたMOCVD装置は帰国直後に届いた。色々と使ってみて、装置の本格的改造に手をつけたのが7月。

装置に手を加え、実験して失敗。家でその原因を考え、翌日装置の改善と実験、そして失敗……が一年間続いた。そうして、翌平成2年2月、解決の糸口を見つけた。

元の装置は基盤に対し45度の角度からガスを噴きつけていた。サファイア基盤は1000°Cの高温になっているから、上からガスを吹きつけても、熱対流で上に上って、ガスが飛ばされて蒸着しない。

中村は、ガスの噴き口を二つに増やし、基盤に対し横からガスを水平に流

すと同時に、熱対流を押さえ込むように真上から噴きつけるツーフロー方式を考案して、窒化ガリウムの結晶成長に成功した。

結晶膜ができたとなると、いよいよ発光ダイオード（LED）の番となる。

LEDの原理は、「電子が高いエネルギー状態（N型半導体）から低いエネルギー状態（P型半導体）に移る時、余分なエネルギーを光として放出する」のを応用する。

だから、N型とP型の両半導体を接合させること（ホモ接合）が必要だ。

シリコンやゲルマニウムといった単一元素の半導体ではなく複数の元素の混合で作られた化合物半導体（例えば、窒化ガリウム）の場合、シリコンを混ぜるとN型となり、マグネシウムを混ぜるとP型となる。窒化ガリウムの場合N型はできていたのだが、P型ができなかった。マグネシウムを混ぜると絶縁体になってしまうのだ。

中村は色々考慮の末、窒化ガリウムを熱処理することによりP型にすることに成功。

ホモ接合を作って電気を流すと光が出た。

平成4年3月であった。

念願の青色の発光を得たが暗い光だ。

高輝度青色を発光させるためには、ホモ接合という単純な薄膜構成でなく、ダブルヘテロ構造というものを作らねばならない。ヘテロとは異なる物質ということで、それがダブル（二重）に接合している構造がダブルヘテロ構造だ。中村がやろうとしたのは真中の発光層を、性質の異なる物質二つをくっつけたもので上下をサンドイッチ状にくるんだ五層構造であった。性質の異なる物質を二つくっつけるためには窒化インジウムガリウム（窒化ガリウムにインジウムを加える）が必要なのだが、この薄膜は未だ誰も作ってはいなかった。中村はツーフローMOCVDで数ヶ月かかって、窒化インジウムガリウムの結晶膜を成長させることに成功、しかも加えるインジウムの量の加減で紫から黄色までの発光色を調整できることを発見した。

高輝度青色LEDができたのは、平成5年初頭。ホモ接合LEDと比べ

60倍の明るさだった。

(三) 開発成功の原因

中村が不可能に近いといわれていた高輝度青色 LED を作り上げることができた原因は何だろうか。筆者は次のことが成功原因だと考える。

1) 勤務先が日亜化学であったこと。

日亜化学は創業オーナーの小川信雄社長のワンマン会社であり、規模が小さく、半導体のことが分る者は中村以外にいなかったこと。

大企業のように研究テーマの決定や、研究の方法等が、会議会議で決められてゆくことはなく、小川社長への直訴とトップダウンで決定がされるのが日亜化学だった。

中村は会議について次のようにいう。

「会議と名のつく限り、一つのユニークなアイデアが出されると、それについてピラニアの如くよってたかって突つき回して、ついに骨なしにしてしまうのが会議なのである。

そして、結局「以上のような意見を参考にして、次回までにもっとよく検討するように」と何やらワケの分らない結論になって手打ちになる。(略) 会議に通すためには、どうしても出席する人たちの『常識』に沿うようなアイデアを提出しなければならなくなる。

「会議が優先の企業や社会では、会議を通らなければどんな素晴らしいアイデアも、単なるゴミにしかすぎない」「会議で出るアイデアなどというものは、何の役にも立たないもの、常識的で面白くも、何ともない考えである」¹⁾

日亜化学では研究をやっている者は中村唯一人だった。集団での研究なら、会議も必要だっただろうが、一人なのだから、中村一人の考えで一から十まで研究開発ができた。

また、半導体の事が分っている上役がいれば、当時非常識とされたような

1) 「考える力、やり抜く力、私の方法」前出, PP.23-24,

窒化ガリウムを使っての青色半導体などは決してやらせてくれなかっただろう。中村一人しか研究をやっている者がおらず、会議にかけての研究テーマ選択でなく、中村のオーナーへの直訴によって研究テーマが決まり、そのやり方は全て中村の思う通りにやれたこと、が成功への大きな原因となった。中村はいう。²⁾「一人でやっていた、ということが、こういうワガママを通せた一因でしょう。道連れがいたらたぶん無理だった。」

また、日亜化学は小さな会社だといっても、それなりの規模であり、蛍光体の分野では日本一であったこともあげておかねばなるまい。そうでなければ、青色LEDの開発のための装置であるMOCVDを2億円も出して買ってもらえることはできなかつただろう。また、MOCVDの勉強のために、米国フロリダ大学へ1年間留学させてくれることもなかつただろう。

オーナーが化学の専門家で、研究開発の哲学を持っていたことも幸いした。社長が銀行から来た人だとか、営業や人事畑で育ってきた人だったら、関係者や権威者といわれる人との意見を聞いて、常識的、無難な研究にしか金を出さないだろう。

2) 実験精製装置の改善・改良を全て中村一人でやったこと。

最初のガリウム燐の製品化、次のガリウム砒素の製品化とも、中村一人で行い、実験精製装置は全て中村の手作りであった。装置の度重なる改善、改良は全て中村自身が行った。この6年間の装置の手造りの体験が中村をして装置作りのレベルの高い職人に育てた。中村は実験の失敗の連続の中で、何故失敗したかを夜考え、翌日の朝はその反省の考えを元に装置の改善、実験のやり方の変更に使ひ、午後はそれに基いて実験をやってみる、という毎日を送った。

大手企業や大学では装置の改善には下請を使う。これでは一つの改善に早くて2~3ヶ月、長いと半年もかかってしまう。それに思うように改善されぬことも少なくない。

2) 「赤の発見、青の発見」、前出、P 86,

中村は毎日のように自分で直すのだから、スピードが全々違ってくる。

中村は次のようにいう。

「多くの研究者は、備品の作製などは枝葉末節のことだと考える。枝葉末節は業者にやって貰って、自分は開発の中核部分に参加すべきと考える。(略) 効率的で、時間のロスがなさそうに見えるが、実際は逆なのだ。備品を注文しても、自分で作る時間の何十倍も待たなければ製品は上ってこない。上ってきたとしても、気に入った製品でない場合が多く、再注文、再々注文と、時間をロスするばかりになってしまう。(略) 自分でやれば、さまざまな創意・工夫が生れてくる。創意・工夫が生れれば、必然的に新しい改良が進んでいく。進歩や発展を自分の目で確かめながら研究開発していける。これを他人まかせにしたり、業者に委託していると、創意工夫ができずに終りになってしまう」³⁾

「スピードが一番です。時間が一番もったいないと思う。業者に頼むと石英の加工なんて1～2ヶ月もかかりますから。カーボンの加工も2～3ヶ月かかる。だから、全部自分でやって、ということになったのです。これは過去10年間（筆者注、中村は入社以来、ガリウム・燐、ガリウム・砒素、ガリウム・アルミニウム・砒素の開発と製品化に、それぞれ、3年、3年、4年の計10年間を費している）で培ったスキルです」⁴⁾

小説家の江波戸哲夫は中村の書いた自叙伝（筆者注、恐らく「怒りのブレイクスルー」か「考える力、やり抜く力、私の方法」のいずれかと思う）を読み、次のような感想を書いている。⁵⁾

「実は小さな企業にいたからこそ、それができたのである。彼は実験道具の熔接まで、自分の手でやらざるを得なかった。大手企業だったら、そういう部分は下請けや現場の人に任せるのだろう。(略) 人間の歴史は仕事をどんどん分業化し、手足がやる仕事より、頭がやる仕事の方が価値が高いとす

3) 「考える力、やり抜く力、私の方法」前出、PP.196—197,

4) 「赤の発見、青の発見」前出、PP.74—75,

5) 「日本経済新聞（夕）」2001年6月7日「さらりーまん生態学」

る方向へ進んできた。(略)しかし、手の仕事と頭の仕事はつながっているのだ。手と頭が刺激し、協力しあってこそ、人間は高いところに到達する。手を他人に任せたら、頭も高いところへはいかない」

実験道具を手作りし、自分の手と眼と耳で実験をすることの重要性を多くの人々は語っている。ここでは牧野昇、西沢潤一、奥田毅の三氏の言葉を紹介する。

「最近東大からほとんど発明が出ません。新しい発明が出るのは京大と東北大ばかりで、東大から出ないのはどうしてなのでしょう」という問いに牧野昇三菱総合研究所相談役は次のように答えている。牧野は東大でMK鋼を発明して文化勲章を受章した三島徳七の下で学んだ。

「たとえば研究室へ入っていくと、当時の先生は、自分で試験片を作ります。測定器も自分で作り、自分で測定する。自分でやって、異常事態をパッと見つける能力を持っていれば、その場で『おや?、はてな?』と思うのです。(略)でも今の先生は研究装置は外から買う。実験も、自分でやらずに、大学院生や助手にやらせる。自分はインターネットから人のデータをとってくるんです。だから、汚れがなく、背広のままでいられるのです。

我々は菜ッパ服だった。そういう所に大きな違いがあります。」⁶⁾

西沢潤一東北大教授も次のようにいう。

「研究室で測定をやらせると、ちゃんとした会社で作った測定器を買ってくれ、とってくる。手づくりの機械を使わせようとしても頑としてやらないのがある。会社製のものと較正もしないで使おうとする。大体較正するということが頭がない。試料が測定中に変化するかも知れないから、例えば電圧を増していった時に、どんなふうに性質が変化するかを知るために、電圧を下げながらもう一度測ってみよ、といってもやらない。それどころか、レコーダーで一度にグラフに写してしまおうとする」⁷⁾

「研究室でも企業の機械を使おうとする。

6) 「技術の鉄人、現場の達人」、牧野昇、中谷彰宏、ビジネス社、2001年、PP.19-20

7) 「人類は滅亡に向かっている」西沢潤一、潮出版社、1993年、P.143

つまり、そういうのを製造会社が売り出すまでやらない。(製造会社が売り出すということは) その時には研究は三番煎じぐらいになっている。(その分野で初めて研究をやるという頃には) 機械は売っていない。自分で作ることになる。あるいは先輩の作った機械を使うことによって先輩との心の結びつきが出てくる。機械の動作原理がよくわかる。

欠点もわかるから、直していく。次にもっと優れた原理に基づく機械を自分で考え出すことになる」⁸⁾ () は筆者注。

昭和4年に東北帝大理学部物理学科に入学し、後に大阪市大教授となった奥田毅氏は、入学時の思い出を次のように語っている。

「入学後、最初の物理実験の時間には、機械工作室につれてゆかれた。ここで初めて、ハンダ付けと旋盤の使用法を教わった。実験に必要な装置はできるだけ自分で作れ、という教育の第一歩であった。ガラス細工についても同様な教育を受けた。ハンドバーナーの使用法も先輩から親切な指導を受けた」⁹⁾

「卒業後、数年たってから本多光太郎先生にお会いした。実験物理学者としての心得を聞くと、『それはガンバリと見通しだわな』(と応えられた)」¹⁰⁾

3) 中村の人並みはずれた個性と集中度。

青色LEDの研究開発に当っては、中村は寝ても覚めても、窒化ガリウムで良質の結晶膜をどうやって作るか、を考え抜き、正月を除いて、土、日、休日に関係なく連日実験室にこもって装置、備品の改良や実験に明け暮れた。孤独と集中に自分を追い込んだ。

電話や会議には一切出ず、人と口もきかなかった。実験の遂行が中断されるからだ。¹¹⁾

青色LEDの研究開発に関しては自分のやり方を徹底して貫き、それに合

8) *ibid.*, P.144

9) 「私の物理年代記」奥田毅, KK 内田老鶴圃, 2001年, P.31

10) *ibid.*, P.32

11) 「考える力, やり抜く力, 私の方法」前出, P.134

わぬものは一切無視した。二代目の小川英治社長が色々と上司を通して文書で命令してきたがこれも無視した。

ある時は2ヶ月間にわたって二代目社長より毎週のように開発部長、課長を通して何度も開発計画の変更命令書が届いたが、中村はその都度これを見無視して自分の研究を続けた。結果としては中村が正しかったのである。¹²⁾

「私の最大の研究の邪魔は社長命令でした。この雑音を見無視することが最も困難な仕事だったのです」¹³⁾と中村はいつている。

中村は西沢潤一との対談で次のようにいつている。¹⁴⁾

中村は「結晶成長とは生き物を作る感じ」だという。常に変わってゆく対象を、同じ条件で同じものが作れるか、というとなかなかむずかしい。中村の場合だと結晶成長は「装置」の問題になる。いかにその装置が言うことを聞くように改造するか、それによって望みの結晶が成長するように条件を整えることができるか。結晶成長という分野は職人的世界というか、泥くさい世界。何しろ、相手が生き物だから、理論通りにいかない。装置を工夫して、それがいつ当るか、という感じである。作ったばかりの装置だと、結晶の再現性が悪い。それで、装置を何度も作って、調整を重ねるうちに、再現性の高い良い結晶ができるようになる。大事なのは、最初の段階のアイデア。それでパッといい結晶を偶然発見する。これが重要で、かなり偶然性に左右される。

ツーフロー MOCVD といいつても、それによつて、あるたまたまよい条件のところによい結晶ができる。それを発見して、あと再現性のよい物を作る。これが研究者の仕事。

この中村の考えに対し、西沢は、「いずれにせよ、具体的にトライしてみなければ、新しい方法は出てこないですね」といつている。

12) 「中村修二の反乱」, 前出, P.51

13) 「怒りのブレイクスルー」, 前出, P.164

14) 中村と西沢との対談に関しては「赤の発見, 青の発見」, 前出, PP.159-162, PP.113-114,

西沢の「中村さんの窒化ガリウムの場合も、これできちんと青色が発光するという保証はなかったわけですね」という質問に対し、中村は、「なかった。なかばやけくそ的に取組んだ。それだけ。何も考えないで始めた、というのが真相」と応えている。そうして、次のようにいっている。

「青色発光ダイオードの研究をやる10年ほど前、ガリウム・砒素、ガリウム・アルミニウム・砒素の研究をやって、実際に製品を作ったが殆ど売れなかった。そこで『青の研究をやる』と言い出し、『誰もやっていない窒化ガリウムでやるんだ』と始めた。ただそれだけ。理論的にできるかどうかとか、将来どういう見通しであるか、なんて一切考えなかった。考えていたら、多分やらなかったでしょうね」

また西沢は「中村さん以外は、窒化ガリウムはむずかしそうだからと尻込みした原因は抵抗のコントロールが楽じゃなかったのではないかな。窒化ガリウムでは抵抗が下らないと思っていたのじゃないかな」というのに対し、中村は次のように応えている。

「私からすると、窒化ガリウムの最大の障害は、結晶を成長させる適当な基板がなかったこと」と応えている。適当な基板がないから、サファイアとか炭化硅素（シリコンカーバイド）を使うのだが、この基板材料と窒化ガリウムとでは格子定数のへだたりがあり、いい結晶ができないのである。

半導体の基礎研究の流れはIV族から出発して、その後、III-V族の化合物半導体に入り込み、更にII-VI族の世界に入っていった。

そうして、それぞれ溶融温度の低い材料から順番に研究されていった。¹⁵⁾

IV族では最初ゲルマニウムが研究され、その後、融点の高いシリコンの研究へと移った。III-V族の化合物半導体でも、融点の低いガリウム・砒素の研究がまず、進んだ。

中村修二の扱った窒化ガリウムにそれまで誰も手を出さなかったのは、これの融点が非常に高かったからである。

15) *ibid.*, P.115