



◆オーラルヒストリー\*

# GaN 青色 LED, LD 実現への歩み —米国からのメッセージとともに—

中 村 修 二\*\*

〈聞き手 (インタビュアー)〉

柘元 宏 凸版印刷株式会社 相談役  
藤田 静雄 京都大学大学院 教授  
出浦 桃子 東京大学大学院 博士課程 1年

〈担当編集委員・聞き手〉

上田 修 金沢工業大学大学院 教授  
森 雅彦 独立行政法人産業技術総合研究所 グループ長



中 村 修 二 (工学博士)

1954年	愛媛県生まれ
1977年	徳島大学工学部電気工学科卒業
1979年	徳島大学大学院工学研究科修士課程修了
1979年	日亜化学工業株式会社入社
1988年	フロリダ大学客員研究員
1993年	高輝度青色 LED を発表
1994年	徳島大学より「InGaN 高輝度 LED に関する研究」で博士 (工学) の学位を取得
1995年	InGaN/GaN 青色半導体レーザーの室温パルス発振を実現
1996年	日亜化学工業株式会社主幹研究員
1999年	日亜化学工業株式会社退社
2000年～	カリフォルニア大学サンタバーバラ校 (UCSB) 材料物性工学科教授
2001年～	信州大学客員教授
2006年～	愛媛大学客員教授

主な表彰と受賞年

仁科記念賞 (1996年), 大河内記念賞 (1997年), IEEE Jack A. Morton Award (1998年), 本田賞 (2000年), 朝日賞 (2001年), 武田賞 (2002年), Benjamin Franklin Medal (2002年), Millennium Prize (2006年), Prince of Asturias Award (2008年)

## 1. GaN 研究へのモチベーション

**柘元**：日亜化学工業に入社してから、1989年にMOCVDによるGaN開発を始められるまでの最初の10年間、どんな仕事をしてもらったのか、また窒化物をやられたときのきっかけなど、伺いたいと思います。

**中村**：徳島大学修士を終え、日亜化学工業に入社したのは1979年です。入社時の配属は開発課です。当時の開発課では、Gaメタルの精製を行っており、新入社員ですからその手伝いから始めました。そのうち、営業がGaPの多結晶を作れば儲かるという話を持ち込んできました。

**柘元**：それは当時の日亜化学の主要業務からはみ出している仕事ですね。

**中村**：そうです。当時、創業者である小川信雄社長が蛍光体に代わる新規事業を作ろうと、私が入社する10年以上前

から開発課を創設していました。入社してほどなく、営業が持ってきたGaP多結晶の開発をすることになりました。徳島大の電子工学出身で、その開発テーマにいちばん近いところにいたからでしょう。なにしろ電子工学で入社したのは私が初めてでしたから。

開発といっても、要は製品を作れという意味です。ところが、私の入社前年にレイオフが行われたような状況で、物品購入にしても思うにまかせず、結晶を作る電気炉も自分で作りました。蛍光体メーカーですから、大型焼成炉があり、その中には煉瓦とか、電気ヒーター、ワイヤ、アンゲル材などの部品が捨ててあり、それらをかき集めて自分で電気炉を作りました。見よう見まねで溶接まで行い、自作したわけです。

透明石英製の反応管も自分で溶接して作りました。1mの透明石英チューブは買いましたが、酸水素バーナーで溶接して作るわけです。2000°Cもの高温ですから大変です。一方で営業を通して顧客からはサンプルをどんどん大きく

\* (インタビュー実施日：2008年9月3日)

\*\*カリフォルニア大学サンタバーバラ校材料物性工学科教授

してほしいと注文してきます。そのつど、溶接して透明石英チューブ径を大きくしていくわけです。こうしたことをやりながら3年ぐらいでGapの製品化にこぎつけました。製品化できたら、次は営業に行きます。当時、半導体を理解している人は、GaPをやっていた自分しかいません。しかし売りに行ってもなかなか売れません。化合物半導体の大手が存在していましたから。

**柘元**：液相エピタキシャル成長用の原料だったのですか。

**中村**：そうです。

その次に開発を命じられたのがLEC用原料となるGaAs多結晶です。材料が変わっただけで、これも3年ぐらいで製品化できました。製品化できたら営業に行くというサイクルも同じです。

その次には、GaAlAsの液相エピタキシャルウエハーの開発の仕事がまわってきました。エピウエハーそのものを買うという注文です。私はそれだけでは意味がないと考えて、きちんとエピウエハーを評価するために赤外のLEDまで開発していました。自分でLEDまで作り、評価して次に進むやり方をとったわけです。この注文のときも早期に開発するため、エピ装置の自作から始めました。

## 2. GaN 研究のはじまり

**柘元**：デバイスまで作製していたのですね。

**中村**：そうです。エピウエハーといっても、LEDを作って寿命試験をしないと品質の評価ができませんから、LEDまで作りました。入社してから10年間、本当に自分ひとりが、バルク結晶成長からGaAlAs LED技術までかかわってきて完成させました。

**柘元**：なるほど、それが基礎になったわけですね。

**中村**：そうです。GaNでは材料を変えたことと、成長装置を液相エピタキシャルからMOCVDに変えたことがあげられます。だからこの最初の10年間の仕事が非常に役立ったわけです。当時、競合メーカーもGaNをやっていましたが、LEDについては蓄積がなかったと思います。私はすでに10年の蓄積があり、LEDについては熟知していましたから、簡単に抜け出せたのだと思います。

**上田**：LEDに通<sup>つう</sup>曉<sup>きょう</sup>していたという話は初めてですね。プロセスまでできていたというのでも。

**中村**：10年間、プロセスとか、寿命試験もすべてやりました。赤外のLEDも手がけていました。しかし当時は、大手が席卷していて、とても売れません。とても利益がでるような状況ではありませんでした。

**柘元**：GaN研究を始めようと思った最初の契機は、どうだったのでしょうか。

**中村**：当時の論文などで、青色LEDはLEDの中で最大の課題、赤緑青でバラ色のマーケットが待っている、というのを読むとやりたくなるでしょう。それまで、ほぼ3年ごとに開発・製品化をこなしてきましたが、なかなかよい事業に結びつかず、社内的にも厳しい立場に立たされていたので、何か思い切ったものを、という心境で1987年の

終わりごろ、社長のところに行って、「青色LEDをやらしてほしい」と申し出たところ、予想外にも簡単にOKが出ました。

過去にお金を使ったといってもGaAsの多結晶インゴットができて、切断するスライシングマシンの購入に使った金額が開発費の最高でした。そういう厳しい社内事情にもかかわらず、青色LEDに5億円出すと社長は言ってくれました。当時、青色LEDの結晶成長にはMBEとMOCVDがあって、量産性に優れるMOCVDがいいということになって、フロリダ大への1年間の留学願いにもOKが出ました。MOCVDを研究していた徳島大の酒井士郎先生がフロリダ大に行っていました、そのつてを頼って留学したわけです。

**柘元**：1988年ですか。社長がよくOKを出しましたね。

**中村**：1988年の1月ごろです。フロリダ大に行ったのは4月ごろでした。社長がなぜ、OKを出したかですが、青色LEDができた後に聞いた話です。当時、社長がいうには、蛍光体に代わる次の製品は何かということで、いちばん優秀な新入社員を開発課に入れて、製品開発をやらせていました。ところが誰も製品開発にこぎ着けた者がいなかったそうです。私は10年間に三つ作りました。それに社長が惚れ込んでいたようです。「中村は大ほら吹きだが、ちゃんとモノを作る」と事務所で自慢していたそうです。私は直接、そんな話は聞いたことはありません。社長は「青色LEDも作るだろう」と期待していたらしく、私の申し出を評価してお金も5億円手当てしてくれました。それでフロリダ大に1年間、留学してMOCVDの勉強に行ってきたわけです。

## 3. GaN 選択の理由

**柘元**：フロリダ大では何か得られるものがありましたか。

**中村**：いちばん役に立ったのが、フロリダ大のドクターコースの学生と一緒にやったときの経験です。最初は仲がいいんです。いろいろなことを聞いてきます。ドクターを持っているか、過去の仕事、論文の本数などについてですが、ドクターを持ってない、論文を書いてないとなるとアメリカではテクニシャンに過ぎない。態度が一変するわけです。

**柘元**：アメリカではそうですね。謝辞にちょっとの程度ですね。

**中村**：ところが彼らのやることといたら、子どもみたいです。私は10年やってきていますから。ところが、テクニシャン扱いです。これには我慢がならず、帰ってきていちばんに思ったのは、論文博士をとって、あのフロリダ大の学生たちを見返してやろうと発奮したことです。研究のインセンティブはこれです。

社長からOKをとったものの、当時、自分では決して青色LEDができるとは思っていませんでした。実のところ、適当にやって会社を辞めてしまえと思っていただです。当時、会社は論文執筆を禁止していましたが、最大の夢は論文を書くことでした。青色LEDの材料にはII-VI族半導

体と GaN があるでしょう。当時、II-VI 族半導体は論文が山のようにありました。II-VI 族半導体を選んだら論文を書けない。GaN なら論文は開拓の余地がある。当時は赤崎勇先生ぐらいですから。論文博士はとれると思いましたが、それが GaN を選択した理由です。

市販の MOCVD で 1989 年 4 月から研究を始めましたが、数カ月成長しても全然、結果が出ません。できても真っ黒な膜でした。その年の夏ぐらいから、装置の改造方針に転換しました。5 億円の予算の中から購入した MOCVD は GaN 用ではありませんから、ヒーターなどいろいろ問題があり、改造することに決めました。朝 7 時くらいに出社して、装置を開けて、分解して透明石英を取り出して、溶接で加工します。加工したものをセットして、真空パージして、午後からいつも反応実験を 5, 6 回繰り返します。夕方 7 時くらいに終わり、明日はどう改造したらいいかと毎日考えるサイクルを 1 年間繰り返しました。成長しても、5, 6 分です。いい膜ができるかどうかすぐわかります。この繰り返しをする中で Two Flow の考えに到達しました。

過去、10 年間、GaAs, GaP の論文が山のようにありましたが、あれも全部読んでいました。読んだら必ずまねをします。住友電気工業は Horizontal Bridgman 法をやっているとか、東芝は何をやっているとか。しかし窒化物をやるときには、まねをしたら同じものしか作れないと考え、意図的に赤崎先生の論文だけは読みませんでした。まねになるからです。やることは成長した実験結果だけを考える。それを考え、次の日、改造に活かす、という繰り返しです。

**上田**：ゼロベースからということですか。

**中村**：純粋に実験結果だけを考えることにしたわけです。1999 年末に会社を辞めるまでその手法はずっと変えませんでした。論文は基本的に読まない。この方式を続けて Two Flow 法のアイデアに達したわけです。

#### 4. Two Flow 法との出会い

**上田**：そのころ、開発課はグループになっていたのでしょうか。

**中村**：私は MOCVD の改造をやっている、もう 1 人新入社員の妹尾雅之君がいて、彼はプロセスを担当していました。LED のラインに必要なフォトリソライン、プラズマ CVD などの装置を購入し、彼はこれらの立ち上げを担当していました。

**藤田**：1 年半もご自身の考えオンリーで、外部の雑音に惑わされずに考えられ、Two Flow を用いようという考えにたどり着いたわけですね。

**中村**：当時は朝 7 時に来て、夜 7 時に帰ることの繰り返しでした。その間、誰とも口をききませんよ。だから妹尾君は私のことを気難しがり屋と思ったらしい。5 億円かけているでしょう。もう死にものぐるいですよ。誰が来てもすべて会いませんでした。MOCVD の改造に入ると、電話もとれないでしょう。会議にも出ない。純粋に 1 年半はのめり込んでいました。

**柘元**：Two Flow 法はアンモニアの分解に効くわけですね。それまでの GaN 膜との品質の比較はどうだったのでしょうか。

**中村**：膜質は論文にも出ていますが、赤崎先生のところはサファイア基板の上に直接成長した GaN の移動度が最高で  $90 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  でした。私は Two Flow MOCVD (TF-MOCVD) でサファイア基板上に GaN をダイレクトに積んで移動度が  $200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  も出ました。そのときは喜びましたよ。バッファ層なしで世界最高ですから。これで念願の論文を書けると思いました。TF-MOCVD も新技術でしょう。早速、JJAP に投稿しました。

**上田**：それでどうなりました。

**中村**：ところがリジェクトされました。引用文献がまったくなくてないという理由でした。いくつか出しましたが、いつも引用文献が悪いといわれました。それで引用論文を変えたら、通るようになりました。もちろん、当社からは論文発表、学会発表はすべて禁止されていましたから、論文はこっそり投稿しました。論文博士が夢ですから。ただ、論文発表が発覚したときの対策に特許を出しておこうと思いましたが、特許出願していたら、発覚してもそう怒られないだろうと考えたわけですね。特許出願は 90 年ですが、日亜化学はそれまで特許出願といってもほとんど出していないと思います。蛍光体特許は、訴えられるだけで、ノウハウ特許の出願など出さないわけです。

**柘元**：そうだったのでしょうかね。

**中村**：私が 1990 年 10 月に特許室に TF-MOCVD の特許出願書類を持っていったとき、なかなか理解してもらえませんでした。私の論文は完成してしまっていて、特許出願がかなわないと、論文投稿できないでしょう。論文が無駄になると思い、特許室に特許書類を渡し、これをコピーして出願してくれと無理に頼み込んだほどです。

#### 5. 熱処理による p 型化

**柘元**：TF-MOCVD の成果はどうでしたか。

**中村**：TF-MOCVD ができてから、数カ月単位で何をやっても世界一のデータですよ。最初はバッファ層を使用していた GaN 成長でした。当時のトップデータは mobility が  $350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  でしたが、私の膜では簡単に  $600 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  も出ました。これがアンドープの GaN で、最高品質です。また特許を書いて出願し、論文はこっそり投稿しました。次に Si ドープの n 型 GaN を成長して、よい品質のものができました。その次に着手したのは p 型です。電子線アニールではなく、窒素雰囲気中で熱処理していいものができました。当時のアンモニア雰囲気中で熱処理ではうまくいきませんでしたね。それでは逆にアクセプターである Mg が不活性化してしまいます。

**柘元**：それは私も覚えています。電子線照射で不純物欠陥が動くかどうかということが、名古屋の研究会で議論になりました。中村さんはそのときに成長の話がされませんでしたか。



左から藤田，出浦，柁元の各氏

**中村：**いや，学会発表は禁止ですから，聞くだけでした。

**柁元：**その時の議論は聞いていたでしょう。電子線でたたいても，非発光センターが動くことはない，それは熱の効果だという議論をしたことを覚えています。

**中村：**そうですね。覚えています。アンモニア中で熱処理をしたら水素パシベーションが起こるだけです。

**柁元：**当時はすでに Si 中の不純物に関しての水素パシベーションは，もう理解されていましてからね。

**藤田：**TF-MOCVD はアンモニアの分解を抑えるところが原点ですか，ガスの流れで思いつかれたということですか。

**中村：**改造また改造してです。非常にいい膜ができて，次に p 型ができると，pn junction ができるでしょう。でもまだ暗いものでした。

**柁元：**そのときは In ドープはやっていましたか。

**中村：**いや，まだやっていません。GaN の pn junction，ホモ接合の LED ができたばかりです。初めての LED ですから発光が暗かったです。波長も 420 nm ぐらいで，出力は 50  $\mu$ W ぐらいです。そこに米国スリーエム社の ZnSe ベースの SCH (separate confinement heterostructure) 構造でのレーザー発振の大ニュースが，世界を駆けめぐったわけです。II-VI 族研究の先生方が「これで II-VI 族で決まり」と盛んにいっておられました。これにはかなり落ち込みました。だって，向こうはレーザーでこちらはホモ接合の LED でしたから。

応用物理学会に行きますと，II-VI 族のセッションは，500 人ぐらい収容の大講堂が満員になるほどの盛況でしょう。II-VI 族の特別シンポジウムが東京であったときに，ライバル会社の研究者もきていて，そのとき，ライバル同士，初めて言葉を交わし，互いに慰めあった記憶があります。

**藤田：**私も当時，II-VI 族を研究してまして，II-VI 族のターゲットは青ではなく，青緑でしたね。だからちょっと Cd を入れ，ZnCdSe で青緑をねらっていました。青のレーザーはできなかったですね，青の LED も難しかった。

**中村：**そうです。青緑ですよ。でも記事は全部，青と書いていました。新聞記事でも本命は ZnSe で決まりと大合唱

でした。GaN や SiC を研究していた人はこれからどうするという論調でした。

**藤田：**II-VI 族では p ができなかったですね，やはり水素パシベーションで p 型のアニールが必要となりますが，500°C まで上げると劣化するので，結局アニールが実現できませんでした。その点では GaN は強いですよ。しかも MOCVD でできます。II-VI 族では低い温度で作らないと p 型ドーパントが入らない。これは，どうしようもなかったです。

## 6. InGaN の 成 長

**柁元：**スリーエム社旋風にはどう対処しましたか。

**中村：**それでスリーエムの II-VI 族を越えるには，ダブルヘテロ構造にしないとイケないと，講演会から帰ってから始めたのが InGaN の成長です。

**柁元：**それで InGaN を始めたんですか。

**中村：**InGaN は NTT でも研究していましたが，結晶は芳しくなかったんですよ。室温 PL (photoluminescence) で発光しないんです。deep level からの黄色発光でした。バンド間で光らないんですよ。TF-MOCVD で頑張ったら，案外すぐにバンド間遷移で，青とか緑ですぐ発光しました。TF-MOCVD で成長すると，なんでもいいものが成長できます。特に InGaN など，よく光っているのは TF-MOCVD によるものです。

**柁元：**In は容易に入ったんですか。何か特別な工夫があったのですか。

**中村：**いえ。案外，TF-MOCVD で簡単に入りました。それまでにも InGaN がいろいろ試みられていたようですが，バンド間遷移でないと発光体としてのゴールにならないでしょう。

**藤田：**確かに InGaN がなければダブルヘテロ構造ができず，高輝度に光らない。

**中村：**できませんよ。青色 LED はすでにダブルヘテロ構造ですが，その実現に，InGaN がいかに重要な役割を果たしているかということです。

## 7. LEDからLDの開発へ

**上田**：ドクターはいつ取得されましたか。

**中村**：1993年にLEDを製品化して、翌年に徳島大からドクターを取得しました。指導教授は福井先生です。論文は1992年に会社にばれておこされましたが、また翌日出しました。それだけが生き甲斐だったものですから。

**藤田**：博士論文ができるまで4年とは早いですね。レーザーのプロセスは大変だったでしょう。LEDと違って、

**中村**：レーザープロセスは大変で、かなりの人が入りました。20人ぐらいに増えました。1993年にLED製品発表をしたでしょう。同年にダブルヘテロ構造の厚い活性層を、翌年には量子井戸構造の活性層に変えたLEDを開発して、さらに高輝度になりました。人がどんどん入社し、会社がすごいことになっていました。LED製品発表後、私と何人かはレーザー開発を命じられました。しかし当時、GaN結晶はぼろぼろで欠陥だらけで、レーザーができるとは思いませんでした。

**藤田**：1994年という欠陥がまだ多かった時代ですね。

**中村**：LDの経験はゼロでしたが、MQW (multiple quantum well)構造をLEDでまず試したところ、むちゃくちゃ光りました。これはLDにいけると思い、急いで特許を書いて出しました。MQW数を29ぐらいに多く積み、SCHとかいろいろ試しまして、最初のレーザー発振に成功しました。1995年の終わりごろです。

**上田**：最初に結晶品質の判断はどうやっていましたか。光るか、光らないかだけですか。

**中村**：当時はPL強度とホール効果の測定、X線回折、表面平坦性を観察していました。やはりPLで評価して、光るかどうかですよ。PLはいつもHeCdレーザーをつけていて、成長できたらそれに当て、目で見るだけです。可視だからできる芸当です。

**柘元**：研究開発はスジが大事。やや非科学的ですが、材料のスジ、プロセスのスジがあると思います。GaNがいかにスジがよいか、dislocationが多くてもよく光る。やっていると有利と思いつながりながら研究をされましたか。

**中村**：いえ、dislocationがどうのこうのというのは何も知りませんでした。ラッキーだっただけです。1993年にLEDを製品化して、ヒューレッドパカードがTEMの観察結果を示し、dislocationが $10^9/\text{cm}^2$ もあるという論文を出しましたが、それを読むまで知りませんでした。

**柘元**：それは聞いた記憶があります。結晶は悪いけど、よく光るという。II-VI族は結晶性が悪いと絶対だめですからね。レーザーには、すぐダークラインが入ります。

**藤田**：ところで今、非極性面の研究を精力的にやられていますが、夢は何でしょうか。

**中村**：夢は今市場に出ている、青、緑、白色LEDやLDなど窒化物のc面デバイスを、すべて非極性面に置き換えることです。基本的にはc面を全部消し、ノンポーラ、セミポーラに置き換えたいと思っています。

## 8. ベンチャー

**柘元**：非極性面の方向でGaNの大型バルク基板がほしいですね。どなたかベンチャーをやっていると思いますが。

**中村**：橋本君がやっていますよ。数名で会社を興しています。

**上田**：そういうベンチャーの人たちとコラボレーションがあるのでしょうか。

**中村**：基本的には大学は協力するようにしています。

**上田**：いいですね。日本もそういう環境に早くならないと。

**中村**：システムが違いますからね。米国はベンチャーキャピタリストが重要で、お金を出すと同時に会社経営もすべて指導してくれますから。

**藤田**：1992年ごろ、LEDの製品化直前のころにはベンチャーを作るという例はなかったでしょうか。

**中村**：そういうシステムはないですよ。やろうとしても大変ですよ。ベンチャーを起こすシステムもないし、失敗したら銀行から全部担保を持っていかれるし、そういうイメージです。米国ではベンチャーキャピタリストがギャンブルするだけで、科学者のギャンブル性はゼロです。日本もそういうシステムにしないと、日本の科学者の地位向上はありえない。一方で科学者は興味のためであって、金のためでないという教育しているわけですからね。そんなことはなく、みんな生活のためにやっているでしょう。日本の教育システムはおかしなシステムです。

米国ではベンチャーの話をしていない教授は、決して優秀とはみなされません。個人収入の多い教授というのは優秀な教授で、皆から尊敬の目で見られます。貧しい教授はそれなりの教授ということで、日本とは全く見方が逆です。日本で金持ちの教授は金の亡者とみられがちだが、貧乏な教授はよくやっていると見られます。

## 9. 日米の教育の違い

**藤田**：TF-MOCVDのことを伺ってきましたが、思い出されて何か失敗談はありますか。

**中村**：失敗と言ったら、純粋な日本の研究者で、会社のために尽くせというのを信じてきたのが、大いなる失敗ですよ。米国の教育を受けていたらこんなことはなかったと思います。青色LEDのホモ接合ができたなら、会社を辞めてベンチャーをやっていたと思います。

**藤田**：ホモ接合ができたことだけに、これは儲かるという感覚だったのでしょうか。

**中村**：いやそうは思いませんでしたが、辞める時期としてはそのころがベストだったのではということです。感覚的には、ダブルヘテロができた1992年の最初ですよ。部下の一人から「中村さん、辞めて会社興しませんか」と誘われましたが、典型的な日本人ですから。会社のためが主で、自分の給料、出世は二の次と考えていたわけです。日本の洗脳教育というか、これは日本の大きな問題です。

**柘元**：Santa Barbaraで教育をされていますが、米国の学



左から上田，森の各氏

生をどう思われますか。

**中村**：私は UCSB の Materials Department で教えています。UCSB の中でも Materials が優秀ですから、全米で最も優秀な学生が集まりますので、期待しています。教授の指導はなくてもよいほどです。10 人いれば、1 人、2 人は面倒見ますが、残りは放任です。放任していても、基本的には素晴らしい論文を書きますし、必要なことは方向付けだけです。

**上田**：日本に比べ、向こうのドクターの学生はよく勉強しますか。

**中村**：そうでもありません。非常に優秀な学生がいて、彼は土日はキャンプやサーフィン、スキーと年中どこかに遊びに行ってくる。だけど彼はダントツでいちばんです。日本と教育システムが違いますから、米国は一芸主義で、好きなことだけやっていけばよい。歴史など知りませんよ。日本は歴史など、5 教科均等にガリ勉しなければならぬ。アジア系は中国も含めてガリ勉君で共通しています。遊びながらもよくできるアメリカ系とはきれいに区別されます。

**上田**：日本と比べて理論とか、論理的な能力が身につけているとか違いがありますでしょうか。

**中村**：理論のバックグラウンドをいつ勉強したのか、わからないぐらいすごいです。身につけてきているし、UCSB にはコアアドバイザーシステムがあり、何人かの教授にいつでもつける仕組みがあります。理論を勉強したければ、僕についていても、理論の教授に同時について勉強できます。興味に応じて誰にでもつけますので、意欲のある学生はどんどん勉強します。

**上田**：組織にとらわれずにできるということですか。

**中村**：一芸に秀でているという感じで、理系に関しては底なし的に深い。ところが歴史などはちんぷんかんぷんという状況です。ところが、日本の理系となると、理論など、深くやっていない。ガリ勉しないと追いつけないわけです。その点、ちょっと可哀想です。

**出浦**：アメリカの学生と日本の学生がディスカッションしたら、日本の学生は負けるということですか。

**中村**：そうですね。専門性の深さが全然違います。

**出浦**：たぶん、本質的な能力というのは、変わらないと思いますが。

## 10. 大学の役割

**出浦**：大学そのものの雰囲気は日本と米国では違いますか。

**中村**：日米の大学の大きな違いは学長の差にあります。UCSB でもそうですが、学長はいちばん貧しい。日本で学長といえば、運転手付きの黒塗りの高級車でしょ。米国ではまったく逆です。学長はコンサルタントをする暇がない。教授でもありますから、卒業研究の学生指導もしたうえで、学長業務があります。だから、むちゃくちゃ忙しい。収入は少なく、いちばんハードなため、誰もなり手がいません。学長になるというのはボランティアの意識がないと務まらない。日本の学長とまったく逆というのが実情です。

**柁元**：そう言われますと、名前は出せませんが、思い当たる方を知っています。人格者でクリスチャンで、しかも子どもをたくさんアダプトしてね。大変立派な人です。

**出浦**：日本の大学は入るときに狭き門ですが、米国は入るときは割に大らかで、出るときに絞られるということでしょうか。

**中村**：ドクターコースでも最初の 2 年間は授業があって何単位か取る必要があります。そのうえ、UCSB は 2 週間に 1 回宿題があって、二つの中間試験もあります。宿題の問題は一つですが、回答が 30 ページぐらいに及びます。宿題がいちばん重要で、自分がついていけるかどうか、チェックされます。宿題ができなくてすぐ単位を落とす例が多い。試験でもすぐ単位を落とします。宿題と試験の山ですから、2 年間必死です。それができない学生は退学になります。

**藤田**：それだけのことをやってドクターをとって、彼らのいちばんの夢はベンチャーを目指すことですか。それなり収入のところに行けるということでしょうか。

**中村**：相場は決まっています。ドクターは 10 万ドル、約 1000 万円です。本人の交渉力次第で 1000 万円に増減 200 万円ぐらいつくでしょう。ドクターを持ってないと、400 万円、500 万円で、永遠に昇給なし。米国は身分差別が大きいですから、どんな仕事をしようと永遠に変わりません。本当にテクニシャンは小間使い扱いです。

**藤田**：日本とは違いますね。ドクターをとっても就職できない状況があります。

**中村**：日本は誰でも収入が一緒です。

**藤田**：日本の会社はドクターに対してインセンティブを与えないですね。給料が一緒など、日本の会社がドクターを重んじない理由は何でしょう。

**中村**：日本の企業が大学教育に一切期待していないからだだと思います。日本は大卒を必要としていないのです。私も就職しましたが、面接で、専門は何をやったかなどについては聞かれず、何のスポーツをやっているとかが質問の中

心でした。日本の会社は基本的に会社に入ってから教育しようというシステムです。長い歴史の中で、アカデミアが企業と関係ないところでやってきたことのツケが回り、企業がそっぽを向いてきたからでしょう。そこが大きな問題ですが。

**森**：日本のドクターの教育を受けた者でも通用しますか。

**中村**：ドクターは世界共通ですから。向こうは元気がいいですよ。日本人の学生は疲れ切っているでしょう。向こうの人はバイタリティーがありますから、なにかも勉強してやるという感じがあります。

**出浦**：与えられなくても、自分で積極的にやるという感じがありますよね。

**中村**：自立する教育を小中学校から受けています。向こうは小学校からいかに金儲けをするか、独立するかを教えますから、社会に出たとたん、ぱっと行けるわけです。日本では教育現場に金儲けの話を持ち込んではいけません。だから社会に出たとたん、日本の大学生は何もできない。日本の教育はウルトラクイズをやっているようなもので、社会で生きる教育を何もやっていない。若い人は全員アメリカに行ったほうがいいですよ。

**出浦**：実学は重要ですね。大学の人は原理を追究し、先の技術を考えているイメージがあると思います。大学人と企業人で役割の違いがあって然るべきとお考えですか。

**中村**：やはり大学は長期的な研究、企業は製品化のための研究ということで、そこは大学と企業の役割は異なると思います。米国の場合も同様で、違うところは、米国では皆、会社を持ち、コンサルタントしているのです。企業の生きた知識が大学の場に入ってきます。企業がどういうことをしたいかを含めて研究している。日本の大学の先生は今まで大学だけの研究でしたが、法人化後、変わりつつあるようです。米国では、生きた知識を身につけるためにどんどん企業のコンサルタントや起業を奨励します。半導体レーザーを研究するにしても、企業のコンサルタントをしながら、研究をすれば、本当に生きた知識となるでしょう。

**藤田**：おっしゃるとおりですね。

## 11. メッセージ

**柘元**：学生から企業の若手研究者を含め、応用物理をやっ

ている若い人たちに向けたメッセージを最後をお願いします。

**中村**：日本も含め、アジアはものづくりが得意です。どうみても米欧はものづくりは得意ではありません。ものづくりというと工学系、応用物理です。ところがアジアの国々、韓国、台湾、中国とすべてものづくりで地歩を固めてきています。今までもものづくりでいちばんだった日本が追い抜かれては大変なことになります。応物を通じてぜひ頑張り、いろんな人と知識を共有しあって、ものづくり日本を建て直してほしいと思います。

**藤田**：ものづくりが大事とおっしゃいましたが、毎日、改造の連続ということが、GaN 研究の原点という気がします。お伺いしてそう思いました。

**出浦**：中村先生が注目を集めている理由は、Physics ということではなく、プロセスを開発したことによって今の青色 LED、LD があるんだということですね。ある種、泥臭いところから成し遂げたところに、今の注目があるということが、エンジニアにとってはうれしいことと思います。

**上田**：JJAP の編集運営委員を仰せつかっています。先生にも十数年投稿いただき、感謝しています。JJAP に対して、ご意見、ご要望がございましたらお願いいたします。

**中村**：アメリカの学生も私もそうですが、投稿してアクセプトが早い、それがいちばん好まれます。早期出版をますます強化していただきたいと思います。

**柘元**：今日はまったく新しいお話もお聞きして自分も一緒に仕事をしたような興奮を感じました。このインタビューは中村さんにとってはまだ道半ばというところかと思えます。ぜひ、5年、10年後にもう一度、このオーラルヒストリーをお願いしたら良いのではないかと思います。それではどうもありがとうございました。

---

MOCVD (metalorganic chemical vapor deposition)

LEC (liquid encapsulation Czochralski)

MBE (molecular beam epitaxy)

CVD (chemical vapor deposition)

TEM (transmission electron microscopy)