

■ 半導体レーザーの開発 林 厳雄(はやしいずお) ■

レーザーポインターやバーコードの読み取り装置の赤い光をご存じでしょう。これは今回紹介する林さんが世界で初めて室温発振に成功した半導体レーザーによるものです。半導体レーザーはレーザーダイオード(LD と略されることも)とも呼ばれ、インターネットやケーブルテレビの“光”と名が付く通信方法には半導体レーザーの光が光ファイバーの中を通っています。また半導体レーザーは CD や DVD、最近ではブルーレイで有名な次世代 DVD、レーザープリンターなど、身近な製品に使われています。

<研究活動のスタート>

この半導体レーザーの実用化の一歩となった室温でのレーザー発振に成功した林厳雄さんは、1946年東京大学理学部物理学科を卒業され、卒業後東京大学工学研究所でマイクロ波の研究を通して、サイクロトロン作りの手伝いをされた後、1963年に渡米されました。アメリカへ行った理由として、林さんはサイクロトロンでの原子核の研究よりは原子核研究のためのエレクトロニクスに興味があり、当時エレクトロニクスの研究が最も進んでいたのはアメリカだったからです。特に当時はトランジスタが出現しており、その研究を知りたかったことが最大の理由でした。最初は MIT で原子核の研究室のエレクトロニクスのグループで1年間を過ごされました。1964年にベル電話研究所に移籍し、最初の2年間は Brown 氏の下で人工衛星の放射線検出器の開発に従事されました。その後 Brown 氏にデバイス研究室の Galt 氏を紹介されました。Galt 氏は将来の通信は光通信であり、そのためには半導体レーザーが一番良いと予言していました。しかし当時は液体窒素温度でないと発振しない状況であったので、何とか室温で発振できないかと考えていました。そこで室温発振の基礎研究のため化学者の Panish 氏を採用し、物理系として林氏を採用して、二人に何故室温で発振できないのかの研究を指示しました。

<室温発振への道程>

当時の半導体レーザーはp型とn型のガリウムヒ素(GaAs)でpn接合を作り(ホモ接合)、それに電流を流すことでレーザー発振をさせていました。しかしこれでは温度が高いと熱拡散でエレクトロンが逃げて行くため、レーザー発振のために更に多くの電流を流すことが必要となります。そうすると温度が上がりさらに多くの電流が必要となり、結局パルスでの発振しかできなくなる状況でした。そこで異なる材料で接合を作るヘテロ接合が役に立つのでは考えました。しかし普通はヘテロ接合の境目には欠陥がいっぱい出来ませんが、ガリウムヒ素とアルミニウムガリウムヒ素の界面では欠陥の少ないものができることを偶然発見しました。後でガリウムヒ素とアルミニウムガリウムヒ素の格子定数がほとんど同じであることが分かりました。またその当時は今のようなMOCVDやMBEの技術がなく、結晶成長は液層エピで行われました。そのため制御が難しく、何枚も何枚も結晶成長しその中から良い部分を見つけ

るというまさに試行錯誤が続けられました。こうした中、当初はシングルヘテロ接合を試して大きな効果があったが、室温発振には限界があること分かり、両方にヘテロ構造を持つダブルヘテロ接合に行き当たりました。即ちGaAsの活性層の両側にp型のAlGaAsとn型のAlGaAsで挟む構造を採用しました。勿論、1ミクロン程度のGaAs層を挟んだ欠陥の少ない結晶を作るのは容易ではありませんでしたが、手探りで沢山のウェーハを作りその中からいいものを探しながら徐々に改良を加えて行きました。「色々試行錯誤を繰り返してだんだん核心に迫るといのが革新的研究開発の実際ではないか」、と林さんは言われています。そこを辛抱強くやるのが成功への大事なステップでした。こうして1970年に同僚のPanish氏とともに半導体レーザーの室温連続発振に成功しました。

その頃、この研究に大型設備は必要なく研究費もそれほどかかりませんでした。しかし日本でそれが出来なかったのは、世界でどこでもできていないことを俺がやるという人が日本にいなかったこと。またGalt氏のようなそれをやらせようという指導者がいなかったこと。これが日本の一番のネックではなかったかと林さんはおっしゃっています。しかし最近では青色の半導体レーザーが日亜化学の中村修二氏(現:カリフォルニア大学サンタバーバラ校教授)が「人のやらないことをやる」と言って成功した。ここでも本人のチャレンジ精神とトップの理解が研究を進めるのにいかに重要であるかの良い例であると林さんは考えています。

<研究開発について>

一番大事なのは研究者(人)であり、研究の成功、不成功は「人」によると林さんは強調しています。日本の研究者にチャレンジ精神や能力が遺伝子的にあることは独創的研究をした研究者を見れば分かる。しかし今の日本では入試制度のように独創的研究者が研究の場に出てこられない制度になっていると指摘する。また日本にはオランダ人のような少し油断すると水没するという真剣味が足りないのではないかと懸念されています。一方アメリカのようにすべて自由に競争して善し悪しを決めるのも良くない。もしアメリカ主義が世界を押さえ込んでいくようなら不幸な世界になると忠告されています。また日本には古来より思いやりの精神があり、このいい性格が今後の世界に貢献できるのではないかと希望を持たれています。

若い研究者への提言として、最近の研究者は狭いところを掘り下げていく傾向があるが、基礎研究を進める場合、境界領域が重要になることが多いので、それを見抜く視野を持って欲しいと提言しています。またエレクトロニクスの分野では、もともと物理から生まれた領域であるが、日本ではエレクトロニクスの技術が欧米である程度出来たところから入ってきたため、エレクトロニクスの研究が物理から離れてしまっている。物理からのエレクトロニクスの教育、勉強が必要であると述べられています。最後に、本に書いてあることはあまり当てにならないことも多いので、常識を鵜呑みにせず自分で確認してやるという態度を若い人に求められています。既成概念を打ち破り常識はずれなことでも、そこに踏み込んで行くには常識の中にいたら出来ない和林さんは力説されました。

<最後に>

林さんはベル研での半導体レーザーの成功の後、1971年日本電気中央研究所に就職され、半導体レーザーの実用化のグループを指導された後、1982年通産省の光技術共同研究所に移られ特別研究員としてレーザーに必要な材料の研究を5年間されました。更に1987年から所長として7年間半導体材料技術、光デバイスの指導をされました。また、この本が出版されたのは1999年ですが、林さんは2005年に亡くなられたとのことです。