

平成 16 年度名誉員 末松安晴 氏 ～光の可能性を信じて～

永田 宇征

独立行政法人 国立科学博物館



光通信，動的単一モードレーザ，波長可変レーザ，長波長レーザ，光集積回路，光ファイバ

1. はじめに

本稿は，光通信技術に輝かしい功績を残した文化功労者，かつ 2014 年度の日本国際賞受賞者である末松安晴名誉員（以下末松氏）のオーラルヒストリーの概要版である。

2. 聞き取りの概要

2.1 生い立ちと修学時代

末松氏は 1932 年に岐阜県恵那郡坂下町（現在の中津川市）に生を受けた。父君は自営業に従事しており，当時としては開明的な人であった。母君は教育熱心な賢母でしつげにもうるさかったという。『子供の科学』という雑誌を与えられて読んだことから，科学やものづくりに早い時期から関心を持つようになった。そのころから本を読むこととものづくりが好きで，手先も器用であった。

旧制恵那中学校 4 年から県立中津高等学校へ転入となった。物理部に所属し，サッカー部で汗を流した。学科では数学が得意で，受験でも数学では苦労しなかったと言う。

大学は東京工業大学に進み，電気工学を専攻した。さらに大学院で学んだが，この時期，マックスウェルの著書“Treatise on Electricity and Magnetism”と出会った。この著書で電磁気学が真に理解できた。

そのほかに Courant-Hilbert の“Methoden der Mathematischen Physik”や湯川秀樹の『量子力学』などを読み，学内外の研究会にも積極的に参加し，知識と人脈の幅を拡げた。このようにして氏は後年の活躍の基礎を固めた。

2.2 研究者としての初期

大学院では森田清教授の下で研鑽に励んだ。同教授から，できるだけ高い周波数による通信を，という方向付けを受けてミリ波の研究を行った。その後，ずっと高い周波数の光による通信を手がけようと決めた。

大学院を出てすぐに助手に採用され，1 年半後には助教授に任官した。助教授になってすぐ光通信を旗印に学生を募集し，東工大の創立記念日に合わせて光ファイバ通信のデモンストレーションをした。1963 年 5 月 26 日，世界初のファイバを使った光通信デモが実現した。

2.3 光通信の研究

システム志向を重要視する末松氏は光通信をシステムの研究として実施し，光源としての半導体レーザ，伝送路，光集積回路のすべてを手がけた。そうしてこのような研究の中からシングルモードレーザでなければならない，という信念を持つようになる。



末松安晴 名誉員

（1）光集積回路

光集積回路は，文部省の在外研究員としてアメリカに留学したときに手がけた。1968 年に導波路を用いる光パラメトリック発振器や増幅器を考案し，理論構築した。1969 年になってベル研が光集積回路の特集号を出した。当時のエレクトロニクス研究の世界的な COE であったベル研でも光集積回路の重要性は認識されていたことの証左であるが，氏の研究はこれに先んじていた。

（2）単一モード光共振器

通信に使う以上，波長が単一で，安定，しかも波長が可変でなければならない。初期の半導体レーザではモードが不安定で波長がモード間で飛ぶ，変調しても波長が変わる，さらに電流を増すと出力が不安定になった。そこで氏は横方向に屈折率差をつけて横モードを単一モード化することを考案し 1972 年に発表した。軸モードの制御に関しては，位相を $\pi/2$ ずつずらした二つの分布反射鏡からなる単一モード共振器を提唱した。現在では位相シフト DFB レーザと呼ばれているものの原型でもある。1974 年であった。

（3）集積レーザ

単一モードレーザの着想が固まったので，後は高速変調したときに単一モードで安定して動作する半導体レーザを得ようと研究した。これまでの理論を整理した結果，一方がアクティブで他方がパッシブな導波路となるように二つが一体に集積された新しいレーザ構造が必要であることが分かった。1974 年に世界で初めて実現し，1975 年に発表した。この集積レーザの改良型として，1981 年に BJB (Butt-Jointed Built-in) 集積レーザを開発した。

(4) 長波長レーザを基にした動的単一モードレーザ

光ファイバの最低損失波長帯が見え始めてきたが、実際にどの波長帯にミニマムがあるかは分かっていなかった。散乱損失とファイバの材料である SiO_2 の基礎吸収損失とを考慮し、氏はそれを 1.4 から 1.7 ミクロン辺りであろうと推測、まず、この波長帯の半導体レーザを作ろうと考えた。

材料の吟味の結果、インジウムリン (InP) 結晶の基盤の上にガリウムインジウム・ヒ素リン (GaInAsP) 結晶を成長させて作る (GaInAsP/InP) レーザに決めた。一時は、当時ベル研が進めていたガリウムアンチモン (GaSb) を基盤とする (GaInAsSb) レーザも考えた。しかし、メルティングポイントの高さと、固さを表すクヌープハードネスの指標の高いことからインジウムリンに決定した。長波長帯用にインジウムリンを選んだのは氏のグループが最初であったが、このことが非常に大きかった。そうして、1976 年にまず 1.3 ミクロンで成功し、1980 年前半には 1.3 ミクロン帯集積レーザを使って動的単一モードレーザ動作を実証した。目標とした光ファイバの最低損失波長帯、1.5 ミクロン帯のレーザは 1979 年の夏に室温連続発振を達成した。

1.5 ミクロン帯で動的単一モード動作を達成したのは 1980 年暮れであった。1.5 ミクロン帯の動的単一モードレーザは、陸上では 1987 年から NTT の縦貫幹線網に使用され、太平洋海底光ケーブルでは 1992 年の TPC4 から採用された。

(5) 波長可変レーザ

末松氏が最も関心を持っていたのは集積レーザを幹とした波長可変レーザであった。電気屋の氏としては当初から用いられた、温度を変えることによって波長を変える方式にあきतरなかった。電気的に変えようと思い、1980 年に特許出願した。この方法は、導波路に電流を流すことによるプラズマ効果で導波路の屈折率を変えて全体の等価的長さを変え、そのことによって電気的に波長を変える、という原理に発展した。1983 年に、実際に集積レーザを使って、世界で初めて波長可変レーザを実証した。その後、波長可変レーザは発展して 2004 年頃からアメリカで使われ始め、日本では 2005 年からであった。動的単一モードレーザの遠い目標であった波長可変レーザが実現し、それが実際に使われるようになったことで氏の研究は一区切りがついた。

2.4 人間末松安晴

末松氏は専門的知識のみならず、識見、哲学といった人間としての総合力において衆に優れている。以下では、研究者として以外の氏の側面について記す。

末松氏は技術の本質を見極める力に優れている。ガリウムインジウム・ヒ素リンレーザの選択などはその一例である。何かを達成するための技術的手段はいくつかある

が、その中から適切なものを選ぶには透徹した先見性が求められる。これを有していたことも光通信で不動の地位を築いた大きな要因であろう。

「研究と教育は一体でなければならない」という碩学の言があるが、氏はこれを体現している。多くの^{しゅんぼう}俊髦が^{いしゅう}蝟集し、末松山脈を形成している。自らの研究の中で弟子を育てる、その典型を氏の中に見た思いがする。

研究についての信条を問うたのに対し、氏は「ないものを創る」ということと「原理を明らかにする」ことを挙げた。さらに、研究者として望ましい人格ということについて氏は「人間力」ということを強調している。人間力の構成要素は創造力、完遂力、指導力、発信力、経済的関心、これらに加えて、ものごとを歴史的観点から把握する力、それに倫理観である、という。

若いころアーノルド・トインビーの「自己中心性を去れ」という言葉に出会って啓示をうけた。研究に失敗しても他人の誇りを恐れる必要はない。自己中心性を去れば、目標達成に失敗してもその間のプロセスが生かされる、と考えることができる。そのように考えて非常に気が楽になり、気軽に「ないものを創る」ことに挑戦できるようになった。

3. 所感

末松氏は自らの研生活を振り返って、「ずいぶんと楽しませてもらった」と締めくくった。創造の空間に遊ぶ、それは類まれな知力に恵まれた一部の人に許される最高の遊びであり、特権である。長年オーラルヒストリーに携わる中で、研究の成果は当該研究者の全人格の上に築かれるものであるとの観測をしばしば得た。氏もその例外ではない。文学、歴史の造詣も深く、奥行きの深い教養を身につけている。専門領域の深い知識とこの教養、人格が相まって末松氏の総合力を形成しているように思える。

聞き取り実施要領

実施日時：2012 年 1 月 18 日 (水) 14:30 ~ 17:30

実施場所：高柳記念財団会議室

聞き手：秋葉重幸氏 (KDDI 研究所前所長)

荒井滋久氏 (東京工業大学教授)

同席者：電気技術オーラルヒストリー調査専門委員会

山本正純委員長 (三菱電機(株))

木村達也幹事 ((株) 東芝)

永田宇征幹事補 (独立行政法人 国立科学博物館)



永田 宇征

ながた・たかゆき (正員)

1965 年九州大学理学部物理学科卒業。同年日本電気(株)入社。2002 年同社退社。同年国立科学博物館非常勤職員に採用。電気技術史技術委員会に所属し、オーラルヒストリーに従事。