



私の研究生活

戸田 裕之*

1. はじめに

私は、大阪大学工学部通信工学科に助手として勤務させて頂いています。今回「生産と技術」誌若者欄に投稿させて頂く機会を賜りました。何を書いても良いですよ、との前田教授のお言葉に、かえって何を書けばよいものか迷ってしまいましたが、比較的自由な題目で執筆するのは初めての機会でもあり、若輩者ではありますがけれども私のこれまでの研究生活について、日頃思っておりますことと合わせて書かせて頂きたいと思います。

大阪大学工学部電子工学科にて

私は昭和58年4月に4回生になりまして、工学部電子工学科小山次郎先生（後に芝浦工業大学教授）の研究室（現西原研究室）に配属されました。この年より、春名正光先生（現医学部教授）の直接指導のもとで、光集積デバイスの研究を始めることとなりました。しかし卒業研究の頃の私は、まだ自分の研究の背景や意義などはあまり理解しておらず、単に今まで見たことのなかった各種デバイス作製装置やHe-Neレーザ・オシロスコープといった光学機器・測定器を操作し、実験でいろいろな現象を観察するのが楽しくて仕事をしていました。

その翌年大学院に進学しまして、西原 浩先生（現教授）が以前に研究を進められていまし

た、血流速度計測用のレーザドップラ速度計（LDV）の光学系を光集積化しようという研究テーマを頂きました。LDVとは移動する物体にレーザ光を照射し、散乱した光が受けるドップラ周波数シフトをヘテロダイン検波などの方法で検出することで、物体の速度を計測するというものです。

ここで光集積デバイス技術の主な応用分野としては、まず光通信・光情報処理・光計測があげられます。研究室では、光通信への応用として電気光学効果を用いた光スイッチの研究がほぼ完了したところでした。光情報処理の分野へは、栖原敏明先生（現助教授）が直接御指導されていた裏 升吾先生（現助手）が、光ディスク用集積ピックアップの研究を進められ、優れた成果を出し始めておられました。残る光計測分野にも光集積デバイスを応用しようという研究の方向づけが当時の研究室にありまして、私はその流れの中に入っていたのでした。

博士課程に進学し、1年生の時にようやくLDV光集積デバイスが出来上がりました（図1）。ニオブ酸リチウム結晶基板上に3種類の導波路素子を集積したのですが、各導波路素子は、他の修士・学部学生諸氏によって研究されたものです。また全体の導波路パターンの描画は、同期の吉田慎也君の修士の研究で完成したレーザビーム描画装置を用いて行いました。作製したデバイスを用いまして速度約1cm/sで動く鏡の速度計測実験を行い、その基本動作を確認しました。

計測用光集積デバイスの研究はその後、ヘテロダイン検波で検出したビーム信号の位相を検出することで変位を計測する光集積デバイスの研究へと進展しました。幸いにも博士課程3年生のときに、日本学術振興会の特別研究員に採

*Hiroyuki TODA



平成元年大阪大学大学院工学研究科電子工学専攻後期課程修了
現在、大阪大学工学部、通信工学科、通信工学基礎論講座、文部教官助手、工学博士、光ソリトン通信
TEL 06-879-7728

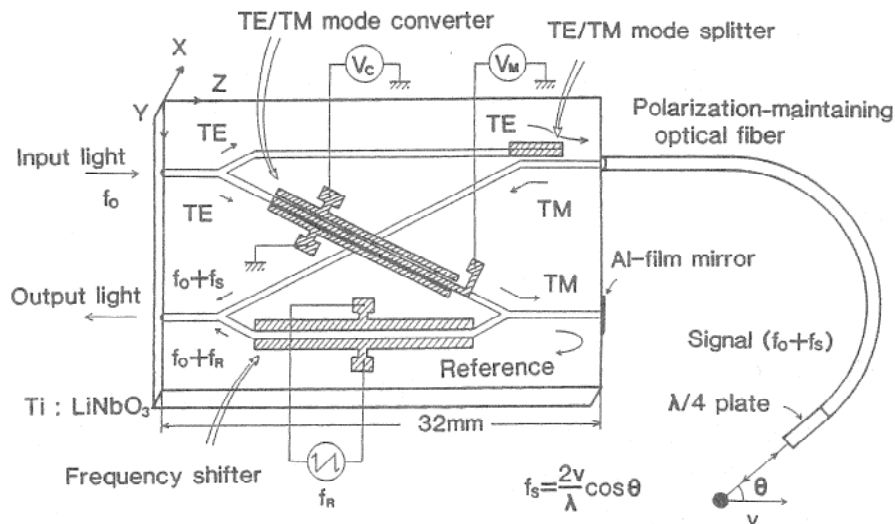


図1 レーザドップラ速度計測光集積デバイス

用され、平成元年3月になんとか学位を頂いた後、もう一年間研究を継続しました。この頃には、光集積デバイスによる光計測でどこまで高精度の(変位)計測ができるか、を追求することを目標にしていました。さらに、信号検出にヘテロダイン検波を用いた計測用光集積デバイスの研究は他所ではほとんど行われておりませんでしたので、振り返ってみれば少々傲慢な態度かもしれませんが、今ここで私がしなければ他に誰がするかという気概で仕事をしておりました。しかし残念ながら、測定値の直線性と安定性についてはそれぞれ劣化要因の見当はついていたものの、結局時間切れでそれ以上の深い追求は行えませんでした。

西原先生をはじめ先生の研究室とは、現在は同じ電気系の建物の中におりますので、よく装置や部品をお借りしに伺ったり、いろいろとお世話になっています。

ジョージア工科大学電気工学科にて

入学してから10年間お世話になりました大

阪大学を離れ、平成2年4月に米国アトランタにあるジョージア工科大学電気工学科の Carl M. Verber 先生のもとで、客員研究員(Postdoctoral Fellow)として勤務することになりました。西原先生が Verber 先生と親交を持っていた関係で、学術振興会の研究員をしていた年の夏に三ヶ月滞在したこともあり、二年間の予定で御指導を受けることになったものです。

Verber 先生は、米国オハイオ州のパテル研究所におられた頃から行列演算を行う光集積デバイスなどの研究で有名でしたが、ジョージア工科大に移られてからも超高速(100Gbit/s級) OTDM/TDMA 通信用光集積デバイスの研究などを進められていました。

ここでの私の主な仕事は、ジョージア工科大研究所で研究開発している有機化合物の3次の非線形光学定数をはじめとした特性を、セントラルフロリダ大学のグループから提案された z-scan 法という方法(図2)を用いて測定することでした。将来的には薄膜化を行って光集積デバイスへ応用しようという構想です。しかし、

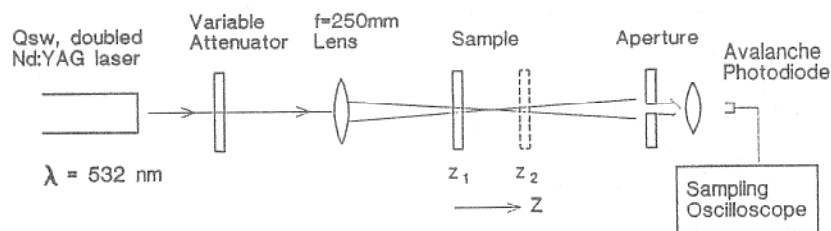


図2 z-scan による3次の非線形光学定数測定系

パソコン/GPIB 制御を使った自動測定装置は数ヶ月で組み上げたのですが、パルス幅約 65 ナノ秒の Q スイッチ YAG レーザを光源に使っていましたので、ほぼ透明な材料ではありましたが、熱によると思われる遅い屈折率変化との区別がつかず、電子分極の効果を検出することができませんでした。滞在二年間の研究成果は、学会発表一回と研究速報一遍ととても寂しいもので、この点に関しましては Verber 先生に大変申し訳なく思っています。

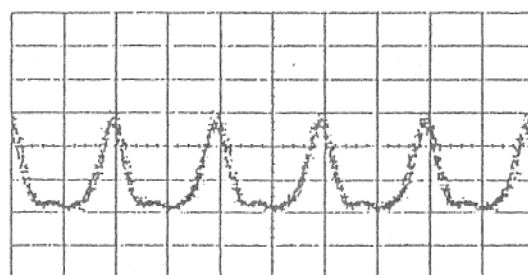
あとの仕事として、光集積デバイスの研究をしている学生達の光学実験の助言、砒素薄膜用蒸着装置の立ち上げなどをしていました。こちらの方は、小山/西原研で得ました知識や技術がありましたので、少しは貢献できたかと思えます。また、Verber 先生のグループは半分以上外国人で、中国・韓国・台湾・シンガポール・ギリシアなどいろいろな国の人達と友人になりました。

英語に関しては、アパートを借りての一人暮らしでした関係上、2 年間滞在した割にはそれほど上達しなかったと思います。やはり外国語習得のためには、ホームステイをするか当地の人と部屋を共同で借りるかして、一日中会話をする環境に身をおくのがよいです。しかしながら、この間の滞米生活で日本には得られない様々な貴重な経験をしました。限られた紙面ですので割愛させていただきますが、これらの経験を今後もぜひプラスにしていきたいと考えています。

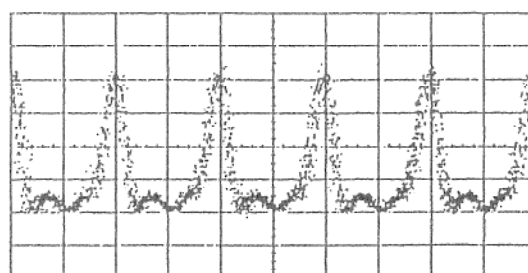
大阪大学工学部通信工学科にて

平成 4 年 4 月から、米国 AT&T ベル研究所に長年おられた長谷川晃教授の研究室で、助手として御指導を受けながらファイバ中の光ソリトン伝送の実験研究をしています。当研究室は、マイクロ波から光波領域にわたる電磁波の理論研究を幅広く行っておられました熊谷信昭元総長が担当されていた講座です。幸い、長谷川先生が松本正行先生（現助教授）と共に申請された科研費特別推進研究の交付を平成 4 年度から受けまして、本格的に実験を開始できるようになりました。仕事は除震台を導入して電源を配線することから始めました。

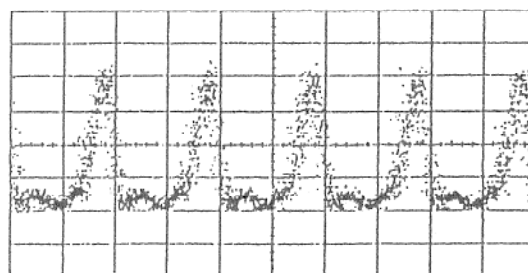
こちらに参りましてこれまでと違ったところといいますと、周りの先生方が全て理論研究を専門とされていたということです。今までの私は、ひたすら実験をしておりまして、大事だとわかっているつもりでも理論・計算や物理の勉強がおざなりになっていた傾向がありますので、今の環境はとても勉強になります。ソリトン理論の権威である長谷川先生が大阪大学で実験を始められたのも、ベル研究所のように実験家が近くにいると理論研究もより進展するからとのことで、今は理論の方から興味ある研究テーマがいくつも出されるといった感じになっていますが、近いうちに実験サイドからなにか面白い現象や技術でも見つけられたらと思っています。海外の研究者との共同研究も活発です。また、



(a) 伝送距離 0km



(b) 2,000km



(c) 4,000km

図 3 10Gbit/s 光ソリトン伝送実験結果

いろいろな企業の方々から援助を受けており、大いに助かっています。

現在私が行っています伝送実験の公式(?)目標は、10Gbit/s×4波長多重でビット誤りなく10,000km伝送することです。ようやく先日10Gbit/sの光ソリトンパルスをはば一定のパルス幅を保ったまま4,000km伝送できまして、学会と研究会で報告しました(図3)。研究とはそういうものかもしれませんが、思わぬところに落とし穴があったり、私自身の経験不足もあって予想以上に時間がかかってしまいました。これからやりたいテーマもたくさんありますし、図3のデータも大幅に改善できるはずですので、もう少しペースを速めたいと思っています。

一緒に仕事をしている学生さん達はとても優秀です。議論をしましても、こちらの方が教えられたりヒントを受けたりすることが多々あります。このような金の卵である彼らを少し磨いて社会に出ていってもらえるように、私自身も頑張らねばなりません。同期や私に近い年齢の西原研究室のOBが学会などで活躍している姿をかいま見ますと、こちらも良い意味で刺激になりますし、もちろん研究者としての生き方が

全てではありませんが、彼らも同じように成長して欲しいと思います。

む す び

以上これまでの私の研究生生活を順を追って書かせて頂きました。

学歴職歴だけみますと順風万帆のように見られるかもしれませんが、なかなかデータが出ずに苦しんだ時期もありました。また実験でも、いつもあーでもこーでもないで試行錯誤の連続であります。

このような私の仕事の夢といいますか大目標は、これは西原先生から教えて頂いたことです。が、学会や社会の発展にできれば少しでも貢献したいということです。もちろん私一人では微力でありますから、先生方やいろいろな方々の御指導御援助、同僚の方々との議論、学生達の頑張りなどがあってこそと思っています。そのような良い仕事が結果としてできるように、日々精進していきたいと考えています。

最後になりましたが、本欄への執筆の機会を与えて下さいました工学部通信工学科教授前田肇先生に深く感謝致します。

