



研究グループ紹介

豊田工業大学大学院工学研究科 X線レーザー・プラズマ工学研究室

1. 大学概要

豊田工業大学はトヨタ自動車为社会貢献活動の一環として学校法人トヨタ学園のもとに1981年に設立したユニークで小さな私立大学です。当初は各企業からの社会人だけを受け入れていましたが、1993年からは一般学生（高校から直接入学する学生、もちろん浪人も含みます）も入学できるようになり、現在では定員の40%が一般学生となっています。このように、社会人学生が全学の過半数を占めているのは本学ぐらいではないでしょうか。キャンパスは名古屋の中心から外れた天白区の高台、隣に大きな団地がある静かな住宅地の中の環境の良い場所にあります（所在地は、豊田市ではありませんので、念のため。でも、元豊田中央研究所の敷地だったところです）。大学は学部・大学院あわせて全学生数で300人余りに対して教員数が55人と小規模で小人数教育が特色の一つとなっています。1995年から博士（後期）課程が新設され、大学院では教育のみならず、研究にも重点が置かれており、国内外から集まった教員や研究員が独創的な研究成果をめざしてしのぎを削っています。その活発な研究活動は科研費始め官・産からの外部資金の獲得に反映し、教員あたりの外部研究費は全国4番目の多さだそうです。当X線レーザー・プラズマ工学研究室は、その博士課程設立と同時に発足し、大学院電子情報系／情報援用工学専攻に属しています。

2. 研究室構成

研究室は設立当初から原 民夫教授と山口直洋助教授が中心となって運営されています。そのほかに、PD (Post Doctoral) 研究員（本学独自に採用）の大知渉之さんと杉本尚哉さん、招聘研究員の安藤剛三さんが今年から在籍しています。大学院の学生としてD3の岡坂和遵
corresponding author's e-mail: yamagch@toyota-ti.ac.jp
homepage URL: <http://www.toyota-ti.ac.jp/labs/5s60.html>

君, M1の増子真吾君, 研究生の藤川知栄美さん（本研究室博士課程第1期生）と柳町真也君が活躍中であります。

3. 研究内容

当研究室では大きく分けて、「小型X線レーザーの開発と応用」、および「プロセスプラズマ源の研究と応用」の2つのテーマを柱に研究を行っています。実験装置としてX線レーザー励起用の小さなYAGレーザーシステムがクリーンルーム内に設置されています。このクリーンルームは将来ガラスレーザーシステムも増強できるよう十分な広さが確保されています。レーザー光は壁の穴を通して隣の実験室にあるターゲットチェンバに導かれ、そこでX線レーザー発生の実験が行われます。計測はもっぱら軟X線分光で、検出器にX線ストリークカメラ、同フレーミングカメラあるいはX線CCDカメラなどを駆使します。ここで世界で初めてYAGレーザーを用いた波長15.4 nmの軟X線レーザーの発振に成功しています。我々の研究室独自のパルス列レーザー励起法と呼ばれるX線レーザー媒質の生成法は、X線レーザーの発生持続時間が長く、共振器が組める利点があります。この方式で強い軟X線レーザー出力を得ています。YAGレーザーを用いた10 Hz高繰り返し運転可能な小型X線レーザー装置の試作機もあり、実用化のための技術開発も行っています。また、これは応用研究のための光源としても供されます。応用研究の手始めとして、 μ -XPS（X線光電子顕微鏡）を手掛けています。現在、軟X線レーザーを0.4 μ mのスポットサイズまで縮小できており、試料の空間分解能が1 μ m以下の μ -XPS装置の実現が期待されます。

もう一つの研究の柱が、電子ビーム励起プラズマ源の研究であり、これはEBEP (Electron Beam Excited

Plasma) と呼ばれています。このプラズマ装置は電子ビームのエネルギーを制御することによって、種々の気体を電離・解離できるのが特長であり、半導体の加工に必要な複雑なガスも使うことができます。電子ビームの発生機構を明らかにしたり、装置の小型化や不純物発生抑制のための研究を行っています。ただいま本学半導体センターの本格的なクリーンルーム施設にある半導体プロセスシステムに接続し種々の半導体加工に応用できるよう準備中です。(文責：山口直洋, 安藤剛三)

<大学院生より一言>

私の研究テーマは EBEP CVD を用いた低温薄膜成長技術および半導体界面特性向上の研究です。EBEP CVD の特長である、「反応室内のウェハ表面のイオンシース電位を制御できること」、「大面積均一プラズマの生成が可能なこと」、「低温プロセスが可能なこと」、「poly-Si (多結晶シリコン) を SiH_4 だけで成膜できること」などを生かして TFT (Thin Film Transistor) を作成しています。現在の TFT 用 poly-Si 薄膜は、a-Si (非晶質シリコン) 薄膜堆積後レーザーアニールによって再結晶化しています。この EBEP CVD 装置を使用することによって、レーザーアニールなしで現在粒径が 250 \AA の微結晶シリコン薄膜堆積が可能で、今は条件出しが完全に終わっていないので 250 \AA 程度の微結晶ですが、最適な条件が見つかれば多結晶に近づく可能性はとても高いと思われます。レーザーアニールは制御がとても難しいために歩留まりが悪いので、レーザーアニールなしにすることができれば TFT 生産の歩留まりは良くなります。また、TFT 液晶の価格を下げることもつながります。半導体層を poly-Si 化した TFT は移動度が桁違いに良く、高画質のノート PC 用液晶ディスプレイや、

携帯用カラー液晶 TV などに使われます。また、poly-Si は太陽電池などにも使用することができます。

(文責：M1 増子真吾)

<研究室の日常>

研究室では、ミーティング、ゼミ、文献紹介、研究報告会などが、一週間に一回開かれています(文献紹介、研究報告会は隔週)。研究報告会では、ミーティングの時間内にできなかった詳しい実験結果の説明や、ある程度のまとまった報告などを行い、今後の研究の進め方などについて具体的に話をします。担当でなければミーティング以外への参加は本人の自主性に任されています。居室は、パーティションで区切って一人ずつわりと広いスペースが与えられているので、自分の研究に集中できます。また、全員に Mac が 1 台ずつ与えられています。実験装置については現在のところ共有している装置はなく、各人の計画において実験が進められています。

朝は、10時ごろまでに皆そろいます。12時を過ぎると、そろそろ食事という雰囲気になってきて、研究室で食べる人もいれば、外に出かける人もいます。食事後は、また各々の仕事に戻り、実験をやる人もいれば、コンピュータで計算をする人もいますし、論文書きに集中する人もいます。そうこうしているうちに、あっという間に夕食の時間となり、そのまま家に帰る人もいますし、食べてからまた大学に戻ってくる人もいます。といった具合で、それぞれに自分の生活スタイルを持ってマイペースで研究しています。でも、一つだけ言えることは、おそらくこの大学の中では我々の研究室の蛍光灯がいちばん頻繁に交換されているだろうということです。

(文責：藤川知栄美)



研究室のメンバー：前列(左から)藤川, 原, 中列(左から)杉本, 岡坂, 増子, 後列(左から)山口, 安藤, 大知。