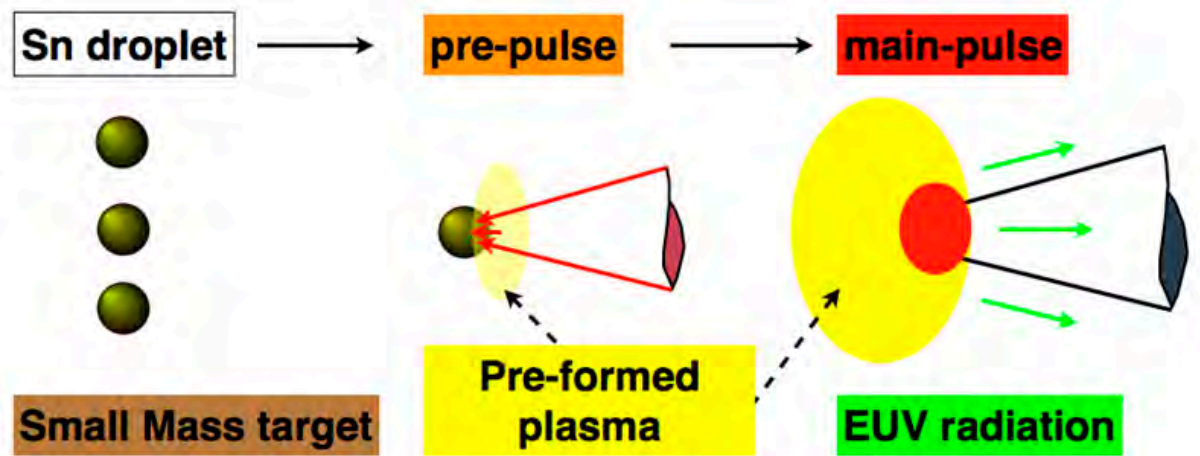


2011, Feb.

No. 275

## CONTENTS

- 極端紫外(EUV)光源の開発状況
- 又賀先生のご逝去を悼む
- 【光と蔭】政治の流れと日本人
- 新人紹介/低温冷却固体レーザーの開発を担当
- レーザー総研のホームページが新しくなりました。
- 主な学会等報告予定



【表紙図】極端紫外線(EUV)の構造

## 極端紫外(EUV)光源の開発状況

### ■ EUV光源開発の現状

波長13.5nmの極端紫外線(EUV:Extreme Ultraviolet)は2016年から予定されている22nmハーフピッチの半導体リソグラフィー用光源としての導入を目指して開発研究が進んでいる。レーザー総研はH15~19年に大阪大学を中心に行われた文部科学省リーディングプロジェクト「極端紫外(EUV)光源開発等の先進半導体製造技術の実用化」終了後も引き続き極端紫外線露光システム技術開発機構(EUVA)の委託を受け、放射流体計算を駆使したEUVプラズマの解析を行っている。EUV光源開発の現状を報告する。

### ■ 安定性と発光効率の向上

現在、EUV光源は米国CYMER、日本のコマツ、ウシ

理論・シミュレーションチーム 砂原 淳

オ-XTREMEの世界3大光源メーカーにより2012年の量産試作機開発を目標に開発が加速しており、EUV光源の実用化は疑いのないところである。量産機には高いスループットが求められるため、必然的に高いEUV光源出力が必要となる。これに対し、EUV光源出力は年々向上しており、昨年10月に神戸で開かれたEUVL国際シンポジウムではバーストモードではあるが、各社により光源出口で100Wレベルの報告がなされ、量産機としての目標180Wが視野に入ってきている。ただし、まだ平均では100Wに届かず、出力の安定性ととも

### ■ 2波長ダブルパルス照射の最適化

EUV光源はCYMER、コマツが採用するレーザー生

次ページへつづく▶

成プラズマ方式(LPP)とウシオ-XTREMEによるレーザーアシスト放電方式(LADPP)の2方式が平行して開発されて来たが、両方式共に量産機開発に向けた開発が進んでいる。LPP方式はプラズマデブリを抑制するため、直径数十ミクロンのスズドロップレットを用いる。径の小さいドロップレットを安定に100kHz程度の高繰り返しで供給する技術開発とともに、ドロップレットに如何にレーザーを照射し、EUV光発生に適したプラズマ分布にするか、EUV発光の物理解明を進めるとともに、適正ドロップレットサイズ、最適レーザー照射条件、ダブルパルス間隔など、様々なパラメータを最適化する必要がある。さらにやっかいなことに(物理としては面白く、興味あるところだが)、スズドロップレットに $10^{10} \text{W/cm}^2$ 程度のレーザーを照射させると、大部分のスズは高密度かつ比較的低温のいわゆるwarm dense matter領域にあり、計算に用いる状態方程式の妥当性にも注意する必要がある。放射流体計算の結果では現状の典型的なメインの炭酸ガスレーザーの吸収率は50%程度であり、スズドロップレット膨張のダイナミクスを如何に制御し、炭酸ガスレーザーの吸収率を上げるかが、現状で3%弱のEUV変換効率を理論予測の

6%まで近づける鍵となる。我々は放射流体シミュレーションによりこのドロップレットを用いた2波長ダブルパルス照射の最適化問題にEUVAと協力し精力的に取り組んでおり、最適化が進んでいる。

一方、LADPPは初期プラズマをレーザーで生成し、放電でEUV光を発生させるが、この初期プラズマをどのように生成するかがEUV発生に直接影響するため、条件最適化が進められている。現状のLADPP光源はLPP方式と同程度の2~3%のEUV変換効率を出し、LPP、LADPPともに高出力化、高安定化に精力が注がれている。

### ■高性能EUV光源開発研究

露光機システム全体でみると、光源開発と並び、マスク欠陥の対処が重要な課題として挙げられており、今年の量産試作機( $\beta$ 機)開発を目前にして、どれだけ個々の要素を確立し、露光機として統合できるか、真価が問われている。レーザー総研としても、引き続き阪大、コマツ、ウシオと協力して、放射流体シミュレーションによるEUVプラズマの物理解明と条件最適化により、高性能EUV光源開発研究を精力的に推進する計画である。

## 又賀先生のご逝去を悼む

特別研究員 中島信昭

大阪市立大学名誉教授・(財)豊田理化学研究所フェロー



又賀昇先生

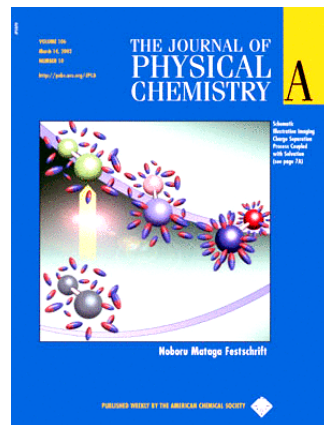
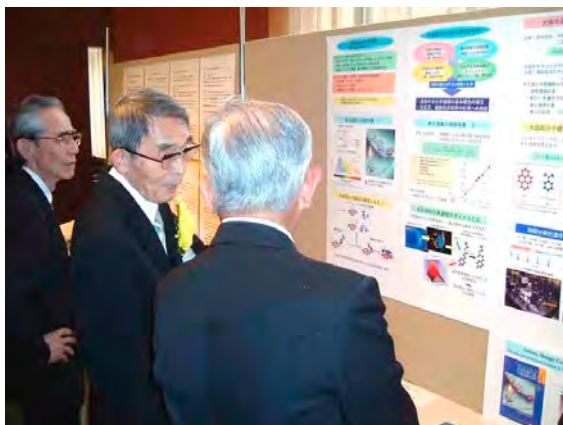
当研究所特別研究員 レーザーバイオ科学研究チームリーダー 又賀昇先生には、本年1月4日、急逝されました。享年83歳でした。

又賀先生は1951年に東京大学をご卒業され、大阪市立大学助手、助教授を経て、1964年には大阪大学基礎工学部教授、1991年大阪大学名誉教授、1992年からは(財)レーザー技術総合研究所 レーザーバイオ科学研究チームリーダーとして活躍してこられました。この間、1986年の日本化学会賞、ひきつづき、藤原賞、ポーター賞(Porter Medal)、2006年には「光励起分子の分子間相互作用と化学反応ダイナミクスの研究」の業績に対して日本学士院賞を受賞されました。蛍光スペクトルの溶媒効果は又賀-Lippertの式(1956年)として知られ、分子軌道計算の又賀-西本の近似(1957年)は当時、その分野では最も多く引用された論文でありました。伊藤公一先生(大阪市大名誉教授、2003年日本学士院賞)との共同研究では有機分子の強磁性体の概念を提案されました。同

時に、励起分子錯体(エキシプレックス)の研究、エネルギー移動、プロトン移動、電子移動など、「溶液中光化学反応がなぜ起こるか」について基本概念を提案、実証してられました。その実証のために超高速レーザー分光実験等最先端の実験技術を確立されました。国際会議での講演ではその内容とともに発表の個性的スタイルは世界の注目を集め、「又賀の講演を聞こう」と人気がありました。最近ではその概念を生体中の蛋白質の活性にも展開されました。又賀先生の手がけた“Molecular Interactions and Electronic Spectra”、“光化学序説”は多くの光化学研究者の教科書でした。

本研究所前所長の山中千代衛先生グループとは超高速レーザー分光の確立にあたり、1960年代末期のころから交流があり、若手を派遣するなどがされました。

「研究に取り組むとはどういうことなのか」を先生は率先垂範され、20余名の教授、研究者を輩出されました。先生は後に続く者の精神的支柱でありました。若手それぞれは開拓精神にあふれ、粘り強く、たくましく研究を展開しております。先生はそれらを静かに見守って下さることでしょう。心よりお悔やみ申し上げ、先生のご冥福をお祈り申し上げます。合掌。



【写真(左)】平成18年(2006年)7月日本学士院賞受賞 研究業績説明時の様子、左から二人目が又賀先生

【写真(右)】2002年アメリカ化学会、The Journal of Physical Chemistry A 又賀先生記念号(Noboru Mataga Festschrift)の表紙

山中千代衛



## 政治の流れと日本人

長く続いた自民党政治は日米安保体制を基幹として経済的發展を目的に政策を集中してきた。その結果国の安寧と成長は50年確保出来たが、90年代の冷戦の崩壊と共にグローバルな競争社会が到来し、かつての成長はより難しくなり従来の手法は効力を失った。その結果、従前の経済成長は減衰したにもかかわらず、相変わらず国民の歓心を保つため、従来同様の分配政治を継続し、身の丈を超えた給付を税収を超えて維持しその見返りに票と政治資金を得てきた。即ち、次世代への借金である国債によって自民政権を存続させた。その結果、全公債残高は1000兆円を超え、GDPの2倍という子供達への借金を積み上げた。この失政が民主政権の誕生につながったのである。従って現政権に課せられた使命は大きな政治の流れの変化に沿って政治経済の建て直しに全力を注ぐ積極的対応である。

まずデフレーションを解消しなければなるまい。かつての自民党のバラマキ政治をやめ、現世代に直接生活レベルを下げ耐乏を求め、集中投資による活力を育成することに他ならない。財政健全化の推進はいうならば自民党の国民への富の見かけ上プラスの分配から現実マイナスの分配へ切り替える政治の流れになる。バラマキに慣らされた国民にマイナスを納得させる新しい哲学と力量が求められる。果たして菅直人首相にそれだけのパワーがあるのか、いずれにしてもわが日本が立ち向かう厳しい国際的な戦いに対処することを国民に求めなければならない。伊達直人は幼い児童にランドセルを配って希望を与えているが、菅直人総理にも困難を超えて国民に未来への望みを与えるため粉骨砕身の努力を望みたいところである。政治の流れは変わった。因果応報それに向けた覚悟が求められる。

阪神大震災16周年を迎えた。6000人余の犠牲者の冥福を祈るとともに、当時示された市民の連帯と絆を想起し、日本人と日本の未来を信じたいものだ。

【研究名誉所長】

## 新入研究員

# 低温冷却固体レーザーの開発を担当

レーザー加工計測研究チーム

さくらい としみつ  
櫻井俊光



はじめまして。2010年12月1日付けでレーザー技術総合研究所のレーザー加工計測研究チーム所属となりました、櫻井俊光と申します。私は学部生のころは物理学科でしたが、極地氷床の氷から過去の地球環境情報を復元している北海道大学低温科学研究所に憧れ入学し、氷の研究を始めました。研究内容は、氷期間氷期変動の成因を明らかにするために、極地氷床コアに含まれる、過去の大気中を浮遊していた固体・液体の粒子(水溶性・不溶性エアロゾル)の復元を目指して研究を進めてまいりました。具体的には、エアロゾルが氷床に堆積したあとに、不純物としてどのような状態で氷の中に保存されているか、その情報は、信頼のおける過去のエアロゾル情報であると考えられるのか、明らかにすることを目的として研究してきました。用いた分析手法は、単色レーザーを用いた顕微鏡ラマン分光法であり、氷内に存在する数ミクロンの微

粒子の化学組成および相状態を明らかにしてきました。しかし、従来の手法では得られる情報に限りがあるため、レーザーの開発および測定手法について勉強し、レーザーのもつ可能性を深く追究したいと考え入所を決意いたしました。今後はレーザーの開発を主軸に研究させていただきます。レーザー開発プロジェクトにおけるメンバーの一員として参加させていただくことを大変光栄に思うとともに、大きな期待に応えられるよう、また、氷だけでない幅広い応用研究についても皆様のお役にたてられるよう、邁進したいと考えております。阪大レーザー研の教職員の方々を始めとする皆様にご指導ご鞭撻を賜りたいと存じております。今後とも、よろしくお願い申し上げます。

## INFORMATION

## レーザー総研のホームページが新しくなりました。

ホームページをリニューアル、より見やすく、より内容も充実しました。

特に賛助会員専用ページでは、レーザークロスの最新号に加えて、当財団の研究成果報告書、レーザーに関する各種の国際会議等の報告など盛りだくさんの内容になっています。

レーザー総研の新ホームページを一度ぜひご覧下さい。  
(<http://www.ilt.or.jp/>)



## 主な学会等報告予定

- 3月16日(水)～18日(金) 電気学会 平成23年全国大会(大阪大学豊中キャンパス)  
島田 義則「レーザーリモートセンシングによるコンクリート欠陥検出装置の開発」
- 3月24日(木)～27日(日) 応用物理学会 第58回応用物理学関係連合講演会(神奈川工科大学)  
古河 裕之「レーザーアブレーションによるナノ粒子生成のシミュレーション」  
染川智弘「海水溶存二酸化炭素の遠隔計測に向けたラマンライダーの開発」  
李 大治「左手系マテリアルによる表面波」  
古瀬 裕章「低温冷却Yb:YAG TRAMレーザーの開発と将来展望」
- 3月25日(金)～28日(月) 日本物理学会 第66回年次大会(新潟大学)  
古河 裕之「レーザー核融合炉液体壁チャンバー内の蒸発ガスの挙動に関する研究」
- 3月26日(土)～29日(火) 日本化学会 第91春季年会(神奈川大学横浜キャンパス)  
ハイク・コスロービアン「セリンヒドロキシメチル転移酵素(SHMT)の超高速蛍光ダイナミクス」  
谷口 誠治「sub-10fs過渡吸収測定による光活性黄色タンパク質(PYP)の光初期異性化」