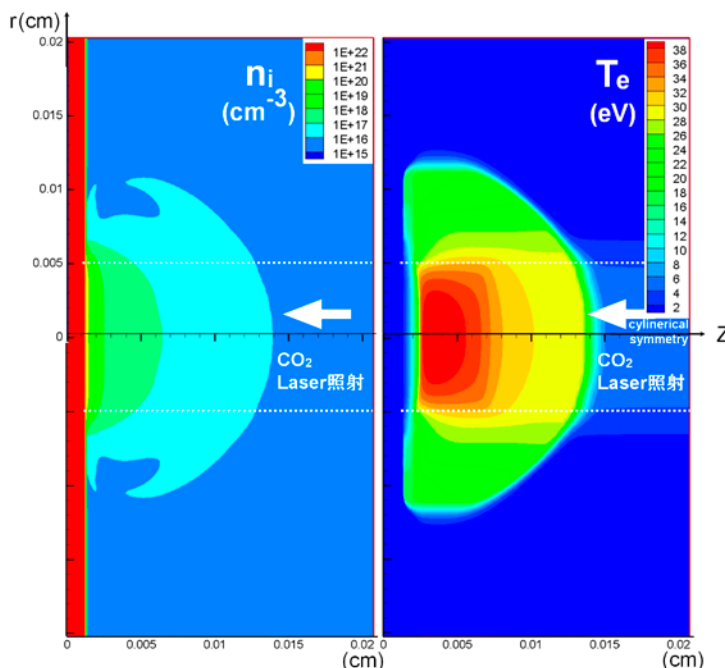


## CONTENTS

- EUV光源開発研究
- 新しいシーズの発信を！～技術相談窓口～
- ILT2009 平成20年度研究成果報告会プログラム
- 【光と蔭】コミュニケーションについて
- 主な学会報告予定

【表紙図】炭酸ガスレーザー照射によるスズのアブレーションの高精度2次元放射流体計算



## EUV光源開発研究

### ■現状、波長以下の45nmの回路線幅の加工を達成

半導体は回路線幅の縮小化に伴って年々その処理速度を増加させており、現在は速いもので45nmプロセスの量産化がなされている。これが今後32nm、22nmへとさらに微細化される計画である。現在、ほとんどの半導体はArFレーザー(波長193nm)を用いて回路パターンをシリコンウエハ上に転写しており、光の屈折率を高める液浸技術や二重露光(ダブルパターンニング)などの技術を用いて波長以下の45nmの回路線幅の加工を達成している。次世代の半導体露光用光源として期待される波長13.5nmのEUV光を用いることにより、液浸技術や二重露光なしに微細露光ができ、22nmプロセスにおける半導体露光のコストはEUVを用いることによりダブルパターンニングの半分で済むと見積もられている。EUVは2016年に22nm露光から導入することになっており、EUV光源は現在、世界中で量産機を目指して開発が進められている。2月にカリフォルニアで行われたSPIE Advanced Lithographyではレーザープラズマ方式(LPP)で米国CYMER社が25%dutyサイクル、400msのバーストモードで50時間以上の連続運転を発表し、光源の出口におけるパワーは20~40Wであった。5srのコレクターミラーを装着した量産機に近いプロト

### 理論・シミュレーションチーム 砂原 淳

タイプではdutyサイクルをさらに80%まで上げて20Wで18時間の運転を実証した。レーザーアシスト放電(LADPP)もEUVへの変換効率3%という、LPPと同等の高効率を出すようになった。また、AMDとIBMによる22mm×33mmのフルフィールドのEUV露光の実証も発表され、EUV露光システム開発は全体として確実にHigh volume manufacturing(HVM)に向け進歩している。しかしながら、要求されるEUVパワーは光源の出口で115W以上であり、まだパワーが足りない。レーザーの開発とともに、如何にレーザーからEUVへの変換効率を向上できるかが大きな課題である。

### ■平成20年度はLPP、LADPPの解析

レーザー総研は平成13~18年の5年間に渡って行われた文部科学省リーディングプロジェクト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)からの委託を受けてEUV光源開発の研究を阪大レーザー研とともに進めている。平成20年度はレーザープラズマ方式(LPP)とレーザーアシスト放電方式(LADPP)の両方式のプラズマの解析を進めた。LPP方式ではスズにCO<sub>2</sub>レーザーを照射し、EUV光を発生させる。これを放射流体シミュレーションで解析した結果、炭酸ガスレーザー照射時のレーザー吸収率の低さ

次ページへつづく▶

がEUV変換効率低下に直接つながっていることが明らかになった。我々は既にレーザー吸収率を増加させる方策としてダブルパルス方式を提案し、昨年度の阪大レーザー研の実験で3%から4%へのEUV変換効率の増加が実証された。しかし理論的には6%以上を狙えるはずで、実験条件がまだ最適化されていないと解釈している。

### ■炭酸ガス照射時の詳細計算が可能

プラズマ条件最適化をすすめるためには定量的に精度検証された放射流体シミュレーションが不可欠である。しかしながら炭酸ガスレーザー照射条件はNd:YAG照射条件に比べ計算が非常に難しい。固体スズはイオン密度で22乗( $\text{cm}^{-3}$ )であるがそこからレーザーの臨界密度まで3桁もの密度低下がアブレーション面付近で一気に生じるのである。従来の2次元計算では計算誤差に埋もれてこの密度変化を捉えることが

難しかったため、我々は数値計算解法をより安定で数値振動の少なく、流体の保存量(質量、運動量、エネルギー)が正確に保存されるコードを開発した。

これにより、炭酸ガス照射時の詳細計算が可能になった。また、日本原子力研究開発機構(JAEA)関西研の佐々木明博士の協力により、スズの原子データの高精度化も進んだ。また、LADPPでは低強度のレーザーによりプラズマを生成させてから放電によりEUV光を発生させる。この低強度レーザー照射時のプラズマ生成及び膨張にはスズの状態方程式の精度が重要であり、状態方程式の検討も進めている。

以上が平成20年度の成果であり、今年度は高精度計算結果と実験結果との比較によりプラズマを解析しながら、最適化を一気に進め、高いEUV変換効率が出せる条件をさらに正確に見いだして行きたいと考えている。

## 新しいシーズの発信を！～技術相談窓口～

レーザー技術開発室 本越伸二

レーザー総研では、「技術相談窓口」を設け、産業分野においてレーザー技術やその応用技術を取り入れる時に発生する様々な問題にお答えするように努めている。昨年度は37社43件のご相談を頂き、シーズとニーズを結ぶ重要な役割を担っている。中には、レーザー総研で行っていない案件のため、折角のご相談に充分なお応えができないこともあった。ここでは、平成20年度の技術相談を総括するとともに、今後の課題を考えたい。

### ■光学素子とレーザー損傷評価

昨年度にお受けした技術相談の約半分が光学素子と、そのレーザー損傷に関する問い合わせであった。これは、成果報告会や展示会等で、レーザー損傷閾値が光学素子において重要な特性の一つであることを認識して頂いたことにあると思われる。また、並行して行っている「高耐力光学素子研究会」も要因となり、新しいメーカーからの問合せも増えている。

### ■レーザー加工と超短パルスレーザー応用

レーザー加工は、レーザー光応用分野の最も大きな分野である。その中で、超短パルスレーザー光を応用した加工は、レーザー総研の得意とする領域である。そのため、既にレーザー加工は行っているが、パルス幅が短くなったときの効果を期待する問合せが多い。微小エネルギーによるナノ周期構造、結晶化-非結晶化の表面加工技術は新しい応用の開発が続けられている。さらに、白色光ライダーを中心とする計測分野への展開も積極的に進めている。

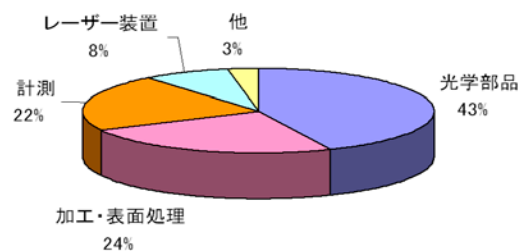
### ■注目を集めるレーザー超音波診断

レーザー加工と並び注目を集めているのが、レーザー超音波診断技術である。これまでに、室内、屋外実験、そして実トンネルへの実証試験を行い、諸学会やセミナー等で積極的に結果を報告した結果、多くの企業から問合せがあった。これは、この技術がコンクリート内部診断に留まらず多くの材料、分野への展開が期待されていることを意味している。

### ■新たなシーズを産業界に

上述の3つの技術は、産業界からの期待も大きく、レーザー総研のコア技術として育ちつつある。その一方で、太陽光励起レーザーを中心とするレーザーおよび材料技術、極端紫外やガンマ線光源技術、タンパク質計測に用いる顕微高速診断技術、それらを支えるシミュレーション技術など、レーザー総研には多くのシーズ技術が存在する。これらのシーズ技術を判り易い形にし、応用例を示すことを、技術相談の課題としている。平成21年度は各研究においてさらに展開を図りたい。相談をお待ちしております。

【図】平成20年度技術相談の内容内訳





# ILT2009 平成20年度研究成果報告会プログラム

## 大阪会場

日時／平成21年7月3日(金)

場所／千里ライフサイエンスセンター5階サイエンスホール

(大阪府豊中市新千里東町1-4-2 TEL06-6873-2010) 地図：<http://www.sennrilc.co.jp/access/>

### ◆プログラム 10:00～17:30

- 10:00～ 挨拶 所長 井澤 靖和
- 10:10～ 特別講演「レーザー技術50年の発展」  
東京大学名誉教授 霜田 光一氏  
レーザー技術は、実験と理論と応用とが相伴って目覚ましい発展をしてきた。1960年のレーザー発明以来50年の歴史をたどり、レーザー技術のさらなる可能性とこれからの動向を考える。
- 10:55～ 当研究所の研究概要 所長 井澤 靖和
- 11:10～ 新発見！MEMSウェハのレーザーダイシング技術  
首席研究員 藤田 雅之  
MEMS部品はガラスとSiを貼り合わせた多層ウェハ上に製作され、微少なチップに分割される。分割時にはストレスを与えないダイシング技術が求められている。3年間のNEDOプロジェクトで新たに発見した多層MEMSウェハのレーザーダイシング技術を紹介する。
- 11:35～ 新しいレーザー増幅方式！全反射アクティブミラーレーザー  
研究員 古瀬 裕章  
高出力・高効率・高ビーム品質を同時に満たす理想光源を実現するために、ディスク型のレーザー媒質を直接冷却し、全反射を利用して増幅させる方式を考案した。媒質にYb:YAGセラミックスを、冷却媒質に液体窒素を用いて、レーザー出力273 W、スロブ効率72%の高い性能を達成した。
- 12:00～ (休憩)
- 13:00～ 高レベル廃棄物処理の新技术！レーザーコンプトンガンマ線によるヨウ素核変換 首席研究員 今崎 一夫  
高エネルギーの電子とレーザー光の衝突で発生するコンプトン散乱ガンマ線は全く広がらず、集中してターゲットに照射できる。これを用いた高レベル廃棄物処理の将来展望とヨウ素核変換の実験成果について述べる。
- 13:25～ 低炭素社会へ向けて！高効率・高品質太陽光エネルギー

- レーザー 研究員 佐伯 拓  
エネルギー開発や環境問題に対して地上と宇宙での太陽エネルギー利用は究極の解決策である。太陽光エネルギーを高い効率で高品質のレーザー光へ変換する技術について紹介する。また、発生したレーザー光の応用例も紹介する。
- 13:50～ シミュレーションで解明！レーザーピーニングの物理過程  
副主任研究員 古河 裕之  
固体中の圧縮応力の伝播、アブレーションブルームの凝縮、固体・液体・気体・プラズマの相変化なども取り入れた統合シミュレーションコードを開発し、様々なアブレーションの物理現象を明らかにした。講演では、レーザーピーニングのシミュレーションを中心に報告する。
- 14:15～ レーザープラズマから放電プラズマまで！極端紫外(EUV)光源シミュレーション 研究員 砂原 淳  
レーザー生成プラズマ方式に加え、レーザーアシスト型放電プラズマ方式による極端紫外(EUV)光源のモデリングを開始した。精度検証された放射流体計算を駆使して新たな状態のプラズマに迫る。
- 14:40～ レーザー損傷試験の標準化へ！データベース化試験報告  
副主任研究員 本越 伸二  
光学素子のレーザー光耐性(損傷閾値)は、装置の設計、使用をする上で重要な要素である。光学素子メーカー、ユーザー双方の情報の共有化のために、損傷閾値のデータベース化試験を開始した。(ポスター発表 ※後記)
- 15:05～ 環境問題に新しい光を！白色光ライターの開発 研究員 染川 智弘  
高強度短パルスレーザーを希ガスに集光することで得られる紫外から赤外に及ぶ超広帯域な白色光レーザーを用いた環境計測技術の開発を行っている。黄砂等の環境計測に加え、新しい偏光を用いた計測技術の開発を報告する。

山中千代衛



## コミュニケーションについて

大阪大学レーザーエネルギー学研究中心のようにいろいろの専門部署が協力して一つの目標、例えば「レーザー核融合の研究」を遂行しようとすると、キャリアが異なり職能が違う多数のメンバーが互いに協力して作業を行ってゆくことが求められる。

このようにチームの団結を期待し、チームプレーを重視する流儀は個人プレーを評価する米国スタイルとは水が合わない。といってもチームメンバーを固定して時間がたつと次第に組織に緩みが生じ、競争力が損なわれ業績が上がらなくなる。

これに対処するには不断にチームを磨き返すことが不可欠である。その対策は何といっても部内のコミュニケーションを徹底することである。IT革命が進み最近ではメールが大流行である。たしかに単なる情報を周知するにはEメールなどが大いに効果がある。

しかしチームの目指す所に向けて構成メンバーの意志を高めるのにEメールでコミュニケーションがとれると考えるのは大なる誤りである。チームリーダーにとって必要なのは何といってもface to faceのcommunicationである。

世界大競争の中でわが国が生き抜き一大成果を上げグローバルに貢献してゆくにはすべからずチームの中でのコミュニケーションを徹底し、研究職、技術職、事務職、補助職が心を一つにして職務に専念できるよう互いの意思疎通を計ることが肝要となる。

コミュニケーションの不足はあらゆる失策と敗退に直結している。先の大戦を見てもこの事実は明白である。com-muni-cationを単純に通信と解してはいけない。心の繋りが大事を成し遂げる。

【研究名誉所長】

16:10～ 太陽電池の光過程をレーザーで観る！色素増感反応のメカニズム 研究員 谷口 誠治

有機太陽電池は、低コストで製造が可能で、その開発が急がれている。光増感剤として用いられる有機材料の光反応過程をレーザー分光により検討した結果について報告する。

16:35～ コンクリート欠陥の発見はおまかせ！レーザー超音波リモートセンシング

副主任研究員 島田 義則

レーザー超音波でコンクリートの内部欠陥探傷を行うリモートセンシング技術の開発を行っている。野外実験での新幹線橋梁コンクリートの内部欠陥形状の観測に成功した結果と、実用化に向けての課題について報告する。

17:00～ 技術相談

・レーザープラズマチャンネルからのマイクロ波放射と非破壊検査への応用 (島田義則)

・石英ガラス内部損傷の温度依存性 (本越伸二)

・レーザー損傷耐力データベース化試験 (本越伸二)

・レーザーアブレーションコード開発及びレーザーピーニングのシミュレーション (古河裕之)

・放射流体シミュレーションによる極端紫外(EUV)光源開発(砂原淳)

・ガンマ線による核変換とエネルギーバランスの可能性 (今崎一夫)

・小型テラヘルツ自由電子レーザー研究 (李大治)

・リグニン分解酵素の光初期反応ダイナミクス (谷口誠治)

・過渡吸収測定によるPYPミュータントの光サイクル反応の初期過程 (ハイク コスローピアン)

・太陽光エネルギーレーザーの開発 (佐伯拓)

・次世代大出力レーザーのための超短パルスファイバー発振器(小瀬裕章)

・高強度短パルスレーザーを用いた環境計測技術の開発 - 白色光ライダーの開発 - (染川智弘)

## ■ポスター発表(大阪)

・MEMSウェハの低ストレスレーザーダイシング技術 (藤田雅之)

・レーザー超音波リモートセンシング(島田義則、オレグ コチャエフ)

## 東京会場

日時／平成21年7月16日(木)

場所／虎ノ門パストラルホテル 新館6階ヴィオレ

(東京都港区虎ノ門4-1-1 TEL03-3432-7261) 地図：http://www.pastoral.or.jp/access/index.php

## ◆プログラム 13:00～17:30

13:00～ 挨拶 所長 井澤 靖和

13:10～ レーザー発明50周年記念泰山賞贈呈式

名誉所長 山中 千代衛

◆レーザー功績賞「マイクロ波分光学からレーザー、レーザーに及ぶ永年にわたる光科学技術の先導的研究」 霜田 光一氏

◆レーザー進歩賞「高エネルギーペタワットレーザーレーザー-LFEXの開発」 宮永 憲明氏/實野 孝久氏

14:00～ 当研究所の研究概要 所長 井澤 靖和

14:15～ 新発見！MEMSウェハのレーザーダイシング技術

主席研究員 藤田 雅之

※大阪会場参照

14:40～ 太陽光エネルギーレーザーと今後の展開

副所長 中塚 正大

宇宙利用太陽エネルギーステーションの開発研究が進んでいる。新レーザー材料による効果改善、パルス化によるピーク

パワー化、高温動作の可能性を述べ、地上における今後の応用展開を見直す。

15:05～ コンクリート欠陥の発見はおまかせ！レーザー超音波リモートセンシング

副主任研究員 島田 義則

※大阪会場参照  
(休憩)

15:45～ 高レベル廃棄物処理の手法！レーザーコンプトンガンマ線によるヨウ素核変換 主席研究員 今崎 一夫

※大阪会場参照

16:10～ 環境問題に新しい光を！白色光ライダーの開発

研究員 染川 智弘

※大阪会場参照

16:35～ レーザー損傷試験の標準化へ！データベース化試験報告

副主任研究員 本越 伸二

※大阪会場参照

17:00～ (技術相談)

## 開催概要

◆定員 大阪会場80名、東京会場70名(定員になり次第締め切らせて頂きます)

◆参加費 無料

◆参加申込 会社名、所属役職、氏名、住所、電話番号、FAX、E-Mail、参加希望会場をご記入の上、下記までお申し込み下さい。(FAX、E-Mail可)

◆お問い合わせ・申込先

財団法人レーザー技術総合研究所 総務部(担当：小野田・幸脇・谷口)

〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4 TEL 06-6443-6311 FAX 06-6443-6313 E-mail ilt-seika@ilt.or.jp

## 主な学会報告予定

7月15日(水)～16日(木) 第13回 鉄道力学シンポジウム(東京・土木学会)

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部材の非破壊検査法の開発」

7月26日(日)～31日(金) 36th Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation(QNDE) (Kingston, RI USA)

島田 義則「Development of Laser-Based Remote Sensing System for Non-Destructive Inspection of Concrete Structures」

8月5日(水)～6日(木) (社)日本非破壊検査協会 第3回シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査」(東京・日本大学 駿河台校舎)

島田 義則「レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート内部欠陥探傷実験1～2」

8月23日(日)～28日(金) Free Election Laser Conference 2009 (Liverpool, UK)

李 大治 「Experiment on Smith-Purcell free electron laser」

Laser Cross No.255 2009, Jun.

http://www.ilt.or.jp

発行/財団法人レーザー技術総合研究所 編集者代表/島田義則 〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4 大阪科学技術センタービル4F TEL(06)6443-6311 FAX(06)6443-6313

掲載記事の内容に関するお問い合わせは、編集者代表・島田義則までお願いいたします。  
(TEL:06-6879-8737, FAX:06-6878-1568, Email:shimada@ile.osaka-u.ac.jp)