

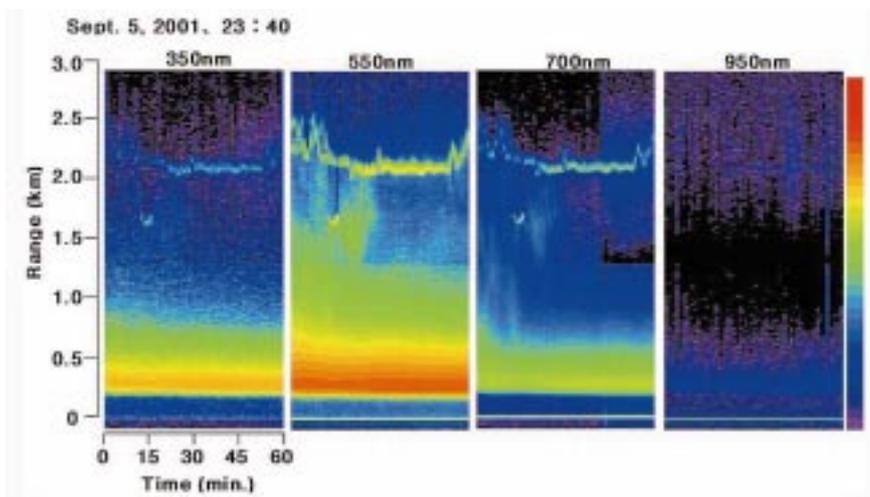
2001, Nov.

No. 164

CONTENTS

- 白色光ライダーによるエアロゾル計測
～都市大気監視の新技术～
- 第6回レーザーアブレーション国際会議
(COLA'01)に出席して
- 『光と産』産・学・官について
- 新入研究員紹介

【写真】白色光ライダーにより得られた多チャンネル同時計測信号。縦軸は高度(km)、横軸は時間(分)で表示してある。1時間にわたり連続計測を行った。



白色光ライダーによるエアロゾル計測 ～都市大気監視の新技术～

レーザー環境応用計測チーム チームリーダー 藤田雅之

白色光ライダープロジェクト

ピーク強度が1TWにおよぶパルスレーザー光を希ガス中に集光して得られる遠赤外から紫外におよぶ超広帯域のコヒーレント白色光は、太陽光線とは異なり、元のレーザー光の性質(指向性、干渉性)を有しており、パルス幅も短く、新しい光源として注目されている。この超広帯域コヒーレント白色光をライダー光源として用い、複数種の大気成分の高度分布を同時計測できる可能性について検証する「白色光ライダー」プロジェクトを進めている。平成11年度より3カ年計画で進めており、初年度にレーザー装置の整備を行い、平成12年度は白色光を発生させ屋外大気実験を開始した。クリプトンガス中で発生させた白色光スペクトルおよび、大気中エアロゾルからの散乱光を観測し、有用性を検討している。

超広帯域白色光の特性を活かして

レーザー光を大気中に出射すると、大気分子やエアロゾルからの散乱光が地上で観測され、その信号を解析することにより様々な大気情報が得られる。白色光ライダーの最大の特徴は紫外から赤外をカバーする広帯域なスペクトルである。この特徴

を活かすために、多波長の散乱光信号同時計測を行った。スペクトル分解にはバンド幅40nmの干渉フィルターを用いた。図1に光学系の配置を示す。用いたフィルターの中心透過波長は、350nm、550nm、700nm、950nmの4種類である。4チャンネル同時計測の信号を表紙図に示す。60分間にわたり継続的に観測を行い、各チャンネル毎に得られた信号強度をカラー表示している。雲やエアロゾルの時間的変化がよく表れており、350nm(紫外)から950nm(赤外)へと各波長域毎に散乱強度の違いも見られる。

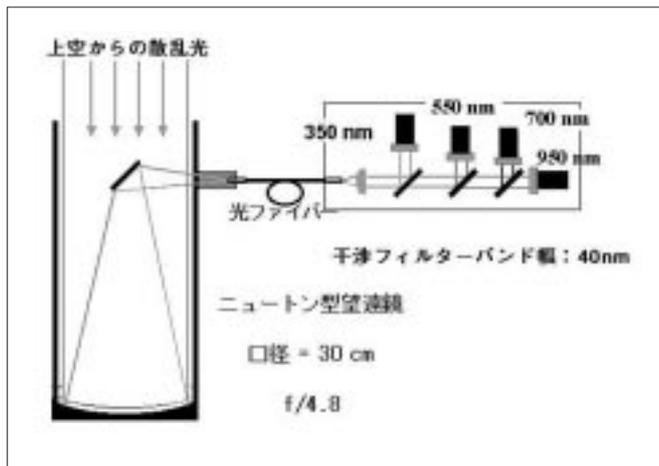
大気中エアロゾルの観測

散乱光の多波長同時計測により、大気中エアロゾルや雲の後方散乱係数の波長依存性を求めた。後方散乱係数は粒子のサイズあるいは粒径分布に依存するため、大気中のエアロゾルや雲の構造の重要な情報を与えることとなる。このような知見は、大気あるいは気象のモデル化や環境評価の精度向上に大きく寄与することが期待される。

後方散乱係数の評価は信号量が大きな3チャンネル(350nm、550nm、700nm)の同時計測データを用いて行った。

次ページへつづく▶

(前ページよりつづく)



【図1】多波長同時計測セットアップ：ダイクロイックミラーを用いて散乱光の波長帯域を分離し、さらに干渉フィルターにより観測するスペクトル幅を制限している。

図2に表紙図の信号から得られた後方散乱係数の波長毎の高度分布を示す。図中、350nm、550nm、700nmの順番で後方散乱係数が小さくなっており、短波長ほど大きな後方散乱係数を示している。一般に、後方散乱係数は、

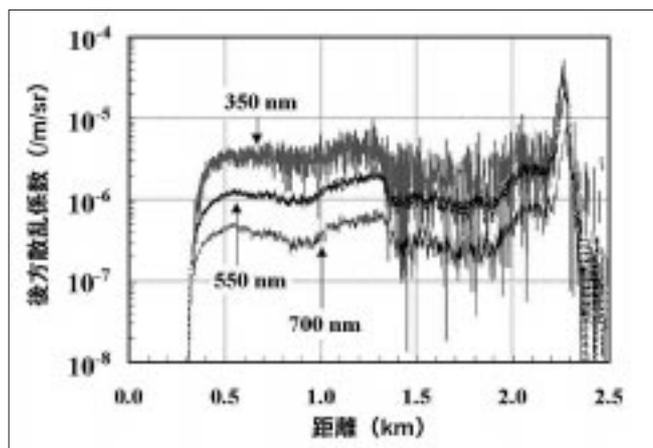
$$\left(\frac{1}{\lambda} \right)^4 \sim \dots$$

で表される。ここで、 β はオングストローム係数と呼ばれ、波長依存性の指標である。

図2より高度によりエアロゾルの粒径や分布が、ある範囲で特徴的に変化し、雲(高度2.0~2.4km)の粒径とは大きく異なることが実験的に明らかとなった。現在、粒径分布の解析を進めている。原理的にはさらに観測チャンネルの多数化を進めることが可能であり、白色光ライダーの有用性を示していると言える。

都市大気監視への応用

今回は可視光領域での上空大気からの散乱光計測を中心に報告したが、本手法は赤外域のスペクトルも利用することで、より広範な都市大気の観測に適用可能である。赤外域には大気分子の吸収ラインが多数存在し、比較的大きな粒径のエアロゾルを測定するのに適している。一例として、ディーゼル車排ガス中の微粒子の遠隔計測が考えられる。粒径2 μmの粒子は肺に入ると蓄積されやすく、東京都では規制が行われようとしている。粒径2 μmの計測には波長2 μm前後のレーザー光が有効であるが、2 μm近辺に発振波長を持つレーザーは限られている。コヒーレント白色光による多チャンネル計測を適用することで、より高精度な遠隔計測が可能となる。また、花粉などの飛散状況や飛散花粉の形状のモニターも可能であると考えられる。さらには、地域のエネルギー利用状況のモニタリングのために、局所的な温度分布や炭酸ガス濃度を一台のレーザーで同時に計測することも可能である。



【図2】エアロゾル後方散乱係数の高度・波長依存性

第6回レーザーアブレーション国際会議 (COLA'01)に出席して

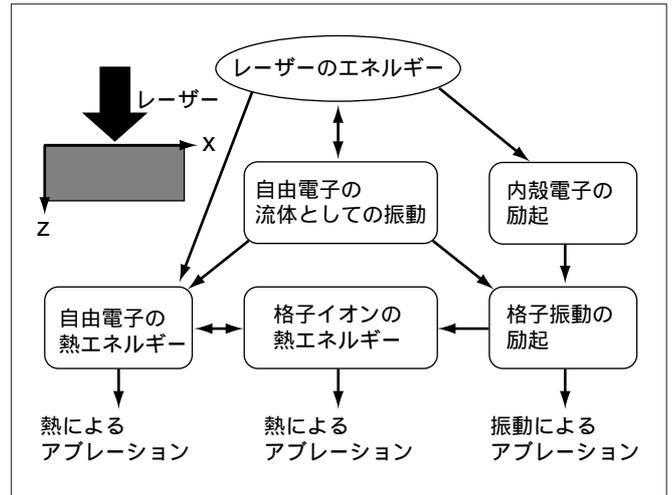
理論・シミュレーショングループ 研究員 古河裕之

レーザーアブレーションの時代

10月1日(月)から10月5日(金)まで、つくば市Epcocal TsukubaにてCOLA'01(International COnference on Laser Ablation '01)が開催された。参加者は、国内から約150名、海外から約100名。テロの影響もほとんど無く、計250名程度の参加者により活発な討論がなされ、盛況の内に閉会した。当研究所からは、古河、橋田の2名が参加し、古河は「Simulation on Femto-

Second Laser Ablation」について、橋田は「Ablation Threshold Dependence on Pulse Duration for Pure Metals」について、ポスターにて報告を行った。以下に古河が報告したポスターの内容の概要を記す。橋田の研究内容に関しては、レーザークロス No. 163の橋田の記事を御参照いただければ幸いである。また、古河と橋田の報告に関しては、査読者の審査を経て、COLA'01のプロシーディング集に論文として掲載される予定である。

フェムト秒レーザーアブレーションシミュレーションコードの開発
 レーザーアブレーションによるIC基板への光導波回路の作成等、フェムト秒レーザーアブレーションを用いた物質加工等に関する研究が、近年盛んに行われている。本研究では、自由電子と格子イオンの2温度、レーザー電場による自由電子の強制振動、格子イオンの振動によるアブレーション、融解、蒸発、潜熱の効果、熱電子発生、プラズマの運動、プラズマによるレーザーの吸収、内殻電子によるレーザー光の吸収等を取り込んだ、フェムト秒レーザーアブレーションシミュレーションコードの開発を行った[1、2] 図1は、シミュレーションコードで用いたエネルギーフローの概略図である。開発したシミュレーションコードを用いて、アブレーションしきい値の評価を行った。結果を図2に示す。レーザーのパルス幅は70fs、波長は800nm、材料はアルミニウムである。本研究により得られたアブレーションしきい値は、実験[3]により得られたアブレーションしきい値と良い一致を示している。

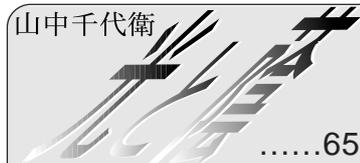


【図1】エネルギーフロー

の報告、フェムト秒レーザーアブレーションにおいて2温度モデルを基本とし、電荷分離、クーロン爆発の効果を取り入れた報告、分子動力学法によりダイヤモンドのアブレーションを評価した報告、分子動力学法によりダイヤモンドとグラファイトの相転移を評価した報告、粒子-格子法によりアブレートした

次ページへつづく▶

その他の実験関連の報告
 会議における理論、シミュレーション関連の報告としては、フェムト秒レーザーアブレーションの2温度モデルによる解析



産・学・官について

大阪大学は地元産業界の全面的なバックアップにより設立された唯一の国立大学である。7帝国大学の中で特異な存在であった。しかし70年代、大学紛争の時代、産学協同を敵視するような風潮が日本中の大学にはびこった。経済大躍進の時代といえども聞こえはいいが、内実は外国からの技術導入が花盛り、キャッチアップの日々であった。産業界は大学など頼むに足らず卒業生さえもらえば新入社員は自前で教育し直すと豪語し、大学は象牙の塔よろしくマル経ばやり。これでよく日本株式会社が繁昌したものである。

果たしてキャッチアップが終わると、前途に光明が見えなくなり、この失われた10年を無為に過ごした後やっと骨太の改革が打ち出され科学技術創造立国がスローガンとなった。「産官学」が「産学官」へ、学の効用が見直され始めた。総合科学技術会議が創設され、総理大臣が議長になり月1回開かれるという様変わりである。かつて科学技術は票に結びつかぬと冷ややかだった政治家も、国の未来を見据えるともうこれしかないというのであろうか。

第1期について第2期科学技術基本計画のもと、今年から5年間に24兆円を投資し、50年以内にノーベル賞受賞者を30人実現するという。競争的研究資金も今後5カ年で倍増し6,000億円にする計画らしい。科学技術の戦略的重点として「ライフサイエンス」、「情報通信(IT技術)」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」の4分野を挙げている。何となくベンチャー志向のテーマばかりなので気がとがめるのが「質の高い基礎研究」というのを付け加えている。基礎研究こそ国の力なのだ。然り、大学はアカデミックに価値のある研究を行うべきである。

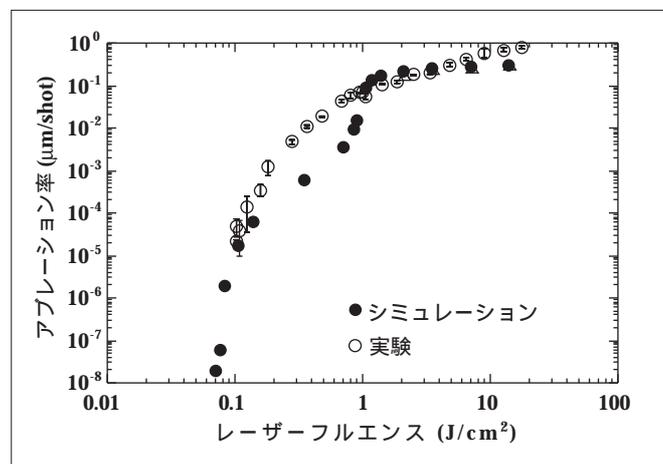
きびしいグローバル化の時代を生き抜くためには、学と産が互いの長所を生かしつつ、初心に戻って信頼関係を樹立しなければならぬことは火を見るより明らかである。前門にアメリカ、後門に中国という情勢下、産学官のパートナーシップにより時代を切り開かねば日本の将来はない。

先日、尾身幸次科学技術政策担当大臣が中心となって地域産学官連携サミットが開かれた。学と産と官の協同活動を進めるためのインセンティブをどう確立するかが問われている。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

(前ページよりつづく)

プラズマの挙動を評価した報告、等があった。実験関連の報告は多岐にわたっていた。「レーザーアブレーションの基礎」、「パルスレーザーの吸収」、「レーザーと固体の相互作用を用いたナノ科学、ナノ技術」、「レーザー加工、改質、エッチング、



【図2】アブレーションしきい値の評価

クリーニング、マシニング」、「フェムト秒レーザーアブレーションと応用」、「ナノ科学、ナノ技術と非熱効果」、「種々の超短パルスレーザーアブレーションと分光」、「高分子、生体分子のレーザーアブレーション」、「レーザープラズマと応用」等の講演がなされた。

古河の報告に対して、SaclayのA.F.Semerok氏が特に強く関心をもたれ、古河、橋田、A.F.Semerok氏の3人で数時間にわたり議論を繰り返した。A.F.Semerok氏は10月8日(月)に大阪大学レーザー核融合研究センターを訪問され、「Femto-Second Laser Micro Ablation」に関してご講演をされた。

参考文献

- [1] S.I.Anisimov and V.A.Khoklov, "Instabilities in Laser- Matter Interaction", CRC Press (1995)
- [2] Irina N. Zvestovskaya, Boris N. Chichkov et. al.; Proceedings of SPIE 3885 (2000) 439.
- [3] M. Hashida, A. Semerok, O. Gobert, G. Petite, J-F. Wagner; Proceedings of SPIE 4423 (2000) 178.

NEW LABORATORY MEMBER

新入研究員紹介

レーザービーム伝送チーム 研究員 橋本和久



みなさま初めまして。このたび(財)レーザー技術総合研究所にて仕事をさせていただくことになりました。橋本和久と申します。出身は京都で現在も京都市在住の26歳です。1999年に近畿大学理工学部数学物理学科を卒業した後、同大学院総合理工学研究科エレクトロニクス系工学専攻に進学し、今春に博士前期課程を修了しました。学部では半導体レーザーを使用した月面探査ローバーへのエネルギー伝送、大学院では火薬で生成された高速微粒子流を利用したレーザー誘雷の研究等、主にレーザーを利用した技術研究に携わってきました。今年の3月からは(財)レーザー技術総合研究所の研究補助員としてお手伝いさせていただいておりましたが、この10月より契約職員として正式に採用いただくことになりました。

現在、大阪大学レーザー核融合研究センター内にて、コンクリート非破壊検査、レーザー推進、レーザー誘雷等の研究におきまして主に実験関連の仕事させていただいており、楽しく充実した毎日を送っております。私はこの中でも特にコンクリート非破壊検査の研究に携わる時間が多いのですが、将来トンネル検査などに使用されることを期待して研究に励んでいます。

レーザー技術の分野は今後ますます発展が期待されており、私にとって非常に魅力的な分野でありました。そのレーザー技術研究の最先端である当研究所で働けることを大変喜ばしく感じております。今後ともレーザー技術の発展に寄与できるよう努力していきますので、みなさまの温かいご指導を賜りますようお願い申し上げます。

掲載記事の内容に関するお問い合わせは、編集者代表 藤田雅之(TEL&FAX:(06)6879-8732,E-mail:mfujita@ile.osaka-u.ac.jp)までお願いいたします。

当研究所のWebページ <http://www.ilt.or.jp> もぜひご覧下さい。