

CONTENTS

- レーザー超音波リモートセンシングシステム
-5m遠方からの振動検出に成功-
- 高強度フェムト秒レーザー励起による質量分析、
金属イオンの酸化還元
- 「光科学技術の拓く新天地」
- 財団法人レーザー技術総合研究所 創立20周年記念事業を開催
- 【光と蔭】レーザー総研20年の経営課題
- 【新入研究員紹介】YAGセラミックスを用いた大出力レーザーの開発を担当

【図】トンネルコンクリート内部欠陥を探傷する
レーザー超音波リモートセンシングシステム



レーザー超音波リモートセンシングシステム -5m遠方からの振動検出に成功-

レーザー加工計測研究チーム 島田義則

■検出感度の向上が急務

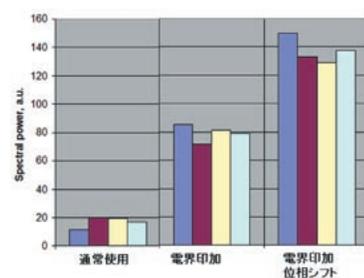
当研究チームはコンクリート内部探傷を行うためのレーザー超音波リモートセンシング装置開発を進めている。レーザークロスNo.225で紹介したように、実トンネルでの探傷実験を行い、実内部欠陥の検出が可能であることを確認した。

ターゲットとしている半径5mの新幹線トンネルのコンクリートを走行しながら内部探傷を行うためには、最低5m遠方から探傷できる能力が必要である。しかし、1年前までの装置では1.5mまでが限界で、5m遠方のコンクリート探傷を行うためには、装置のシグナル・ノイズ比(S/N比)を10倍向上させる必要があった。

■ダイナミックホログラムに電界と位相シフトを加えたことによるS/N比向上

S/N比を向上させるためには①ダイナミックホログラムの回折効率を向上させる、②検出レーザーのエネルギーを増強し、結晶に入射するエネルギーを増加させる。上記2種類の方法がある。

①の実験について説明する。電界を加えることにより結晶内に生成された電荷がドリフトを起こし、局所的に電荷集中箇所が生成されることにより、結晶内の空間電場が強くなって回折効率が向上する。加えて、参照光の位相をシフトさせることにより、いままで停止



していた結晶内の干渉パターンが移動を開始する。これにより、さらに回折効率が向上する(詳しくは参考文献1)を参照)。実験結果を図1に示す。左図は通常使用の信号強度を示す。

【図1】ダイナミックホログラム結晶に電界印加、位相シフトを行うことにより信号強度を増加させた。また、中図は結晶に電界を印加させた場合の信号強度を、右図は電界印加と参照光に位相シフトを加えた場合の信号強度を示す。電界印加と位相シフトを行うことにより、通常使用時より信号強度が約9倍増加した。

さらに、検出用レーザーのエネルギーを0.25Wから2Wに増強させることにより約6倍の信号強度の増加が得られた。上述の結果と合わせて約50倍の信号強度の増加が得られたことになり、現在では10m遠方から信号が検出できるところまで来た。

さらに、検出用レーザーのエネルギーを0.25Wから2Wに増強させることにより約6倍の信号強度の増加が得られた。上述の結果と合わせて約50倍の信号強度の増加が得られたことになり、現在では10m遠方から信号が検出できるところまで来た。

■5m遠方からコンクリート振動を検出に成功

平成19年10月はじめから2週間に亘って、大阪府吹田市にあるJR西日本社員研究センターでコンクリート大型供試体の内部欠陥を5m離れたところから検出する

次ページへつづく▶

レーザー超音波リモートセンシングシステム-5m遠方からの振動検出に成功-

実験を行った(図2)。実験が始まった頃はレーザーのトラブル等が発生し、なかなか実験が進まなかったが一つ一つ問題を解決し、最後には5m離れた場所からコンクリート内部欠陥を検出することが出来た。

また、10月中旬に(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構の中間評価が1日かけて行われた。3名の審査員が来られ、現在までの研究進捗状況説明と5m離れたところから振動を検出する実験を見学していただいた。評価はおおむね順調に研究が進められているとの評価であった。

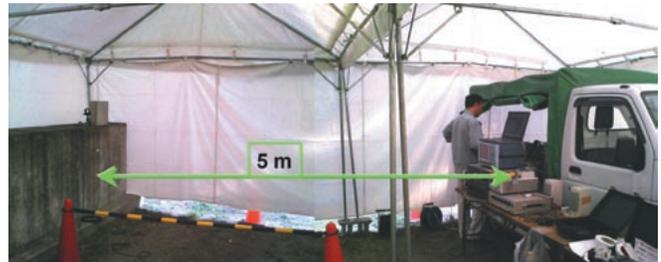
■再度、実トンネルでのコンクリート内部欠陥探傷実験に挑戦

今年度は、結晶内の干渉縞の安定化を図るために安定化装置の開発に取り組んでいる。

当装置はスキヤニング装置も揃い、トンネル内全域

のコンクリート探傷が可能となっており、来年度は本装置を再度、実トンネルに持ち込み、スキヤニング装置でレーザーの方向を制御しながら探傷を行う実験を是非行いたいと考えている。

参考文献1) 島田義則、Oleg Kotiaev, “コンクリート欠陥を発見するレーザー超音波リモートセンシング”, ILT2006年報、(財)レーザー技術総合研究所(2007)。



【図2】5m遠方からコンクリート供試体の内部欠陥を探傷することに成功。

REPORT

高強度フェムト秒レーザー励起による質量分析、金属イオンの酸化還元

レーザーバイオ科学研究チーム 共同研究員
大阪市立大学大学院理学研究科 中島信昭

■イオン化と質量分析

新しい分析手法MALDI法の発見により田中耕一氏はノーベル賞を受賞されたが、分子イオンの生成が重要な技術要素であった。フェムト秒によるイオン化と共通する点である。MALDI法ではマトリックスに保持されたタンパク質をレーザー加熱するとタンパク質は瞬時に蒸発し、プロトン化されたタンパク質のイオンを生じ、これを質量分析計で測定する。フェムト秒レーザーの場合はマトリックス不要となり、より簡便になると期待される。広く応用された場合の名前としてFLMS (Femtosecond Laser Mass Spectrometry)の提案がすでになされている。

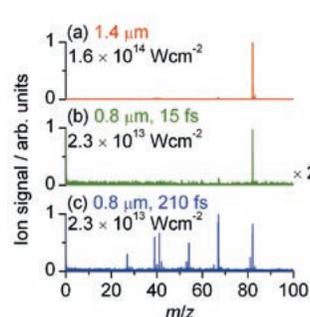
フェムト秒パルスによる励起では分子を分解しないでイオン化できる傾向があるが、時として激しく分解

する。種々励起パラメーターを整理する研究が必要であった。結局、できるだけ短いパルス幅、例えば<10 fs で、長波長 1.4-2 μmのパルスが適しており、偏光の影響(電子再衝突の影響)は少ないという結果になった。以前、ダイオキシン類への応用を試みたが(レーザークロス No.167(2002), 193(2004))、ここでは別の分子の例を図1に示した。

■フェムト秒質量分析の展望、反応制御への寄与

タンパク質を含め、分子量の大きい分子は簡単には気化できない。吸着分子表面をフェムト秒レーザーで励起、イオン化の研究を進める必要がある。国内外で競合する分析技術は多くあるので、フェムト秒レーザー励起の更なる特徴の抽出、レーザーの大幅なコスト削減が必要である。

「レーザーによる反応制御」はレーザーの化学応用が始まって以来最もチャレンジングな目標であり続けている。フェムト秒レーザーを用いた反応制御では、2001年、気相アセトフェノン(C₆H₅COCH₃)の異なる結合切断をレーザーのパルス形状を制御することにより、2倍前後強めたり弱めたりすることが示され(Levis et al., Science 292(2001)709.)、最近は生物系にも応用されている。フェムト秒レーザーによるイオン化は「反応制御」の解釈に貢献できる。



【図1】長波長(1.4 μm, 130 fs)、および短パルス(15 fs, 0.8 μm)励起ではほぼ分子イオンのみである(図(a), (b))。レーザーの基本波(0.8 μm)で、やや長いパルス(210 fs)励起では激しく分解してしまう(図(c))。分子は2,3-ジメチル-1,3-ブタジエン(C₆H₁₀, m=82)。

■金属イオンの酸化還元反応

Euなど一部の金属イオンは光励起で酸化還元反応を起こす。短パルス励起では、多光子吸収が起き、 $\text{Eu}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{2+}$ の反応効率を著しく改善することができた(1999年)。この研究は「金属イオンの光反応を利用したレー

ザー核廃棄物処理」につながるとして、ILTにおいて数年間研究を進めた。最近、これを再開することになった。できれば溶液系での同位体分離に展開したい。上述の「レーザーによる反応制御」の手法はこの金属イオンの反応研究にも有効である。

「光科学技術の拓く新天地」

財団法人レーザー技術総合研究所 創立20周年記念事業を開催

秋晴れの11月7日(水)大阪・千里中央の千里阪急ホテルにおいて、多くの参会者を迎えレーザー技術総合研究所創立20周年記念事業は成功裡に終了した。

■記念座談会を実施—斯界の泰斗より貴重なご提言をいただく

7月17日関西電力東京支社において記念座談会「21世紀は光の時代」をイベントとして開催し、

飯吉厚夫氏(中部大学総長)、石田寛人氏(金沢学院大学学長)、井澤靖和氏(大阪大学名誉教授)、植田憲一氏(電気通信大学レーザー新世代研究センター長)、久間和生氏(三菱電機(株)常務執行役開発本部長)、吉原経太郎氏((財)豊田理化学研究所フェロー)と山中千代衛所長が参加し、中塚正大理事の司会により、わが国の未来を支える技術について熱心な討論が行われた。

山中千代衛



レーザー総研20年の経営課題

去る11月7日盛大にレーザー総研創立20周年祝賀行事を開催した。20年の研究業績はまことに評価すべきものがある。しかし更なる発展を望むために対応すべき方針は変化する社会への適応である。企業では再び中央研究所の設立が計られている。かつての基礎研ではなくオープンな連携をはかる技術集約センターが求められているのだ。

われわれとしても大阪大学レーザーエネルギー学研究センターとレーザー学会とレーザー総研の三位一体の研究トライアングルを形作ることが必要である。このためには所員一人一人が具体的にこの三角形の結接点を持つことが求められる。

レーザー総研諮問会議の結論を待つまでもなく、この三角形は個人名で結ばなければならない。さらに求められる第二のトライアングルは外部の研究機関と産業界と研究所との結合である。ここでも相手は誰かということが大切である。

三角を二つ逆に重ねるとユダヤの紋章に似てる。これは連帯のシンボルであって、ネットを作る大切さを象徴している。いつも言うことだが人脈がいかにか大切かはいくら強調してもし過ぎることはない。

ところで20周年の節目にあたり1997年10周年に関西生産性本部にお願いして作ってもらった経営診断所見を開いて見た。現在でも通用するアドバイスである。

その大要を述べると、

(1)事業収入の拡大

マーケットインの考えを導入し、研究部門、事務部門、産業界、官庁を結びつける専任役技術コーディネーターをおいて受託研究を発掘する。

(2)業務処理の効率化

管理業務を効率化し、固定費を圧縮し、不断に業務を見直すと共に賃金体系の簡素化を計り、賞与に考課を反映する。

(3)組織の活性化

プロジェクト研究を重視し、年次計画を立て、年次予算を明確に示すと共に組織の意思疎通をはかる。

次の10年を見据えて21世紀に通用するコンパクトでフレキシブルな体制をつくる とある。全く同感である。

お便りはcampaign@optolab.co.jpまでお願いします。 【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

この内容は記念誌に掲載され、当研究所の20年間の歩みをまとめた「レーザー総研 20年の進歩」と共に11月7日当日配布した。

■午前中には若手技術者向けの記念セミナー

当日午前中には若手技術者向けの記念セミナー「新産業革命 光がもたらすイノベーション」が開催され、萩行正憲氏(大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授)による「そこが知りたいテラヘルツ-可能性と限界-」、藤田雅之主任研究員による「ここが使えるフェムト秒レーザー加工」、江刺正喜氏(東北大学大学院教授)による「そこにもここにもマイクロマシン(MEMS)」、橋新裕一氏(近畿大学准教授)による「ここにご注意 レーザー安全」の4講座があり、メーカーを始めとした若手技術者が熱心にメモを取る姿が見られた。

■午後には山中所長の基調講演と柘植綾夫氏の記念講演

午後には本番の記念シンポジウムが開催され、基調講演「光科学技術の拓く新天地-レーザーによる極限状態とその応用」が山中所長から報告され、さらに柘植綾夫氏(三菱重工業株式会社特別顧問・日本学術会議会員)から「国創りに結実する科学技術創造を目指して~イノベーション創出能力強化に向けた課題~」というテーマで記念講演を賜り、イノベーション創出強化に対する課題、この10年間で我が国の国作りの勝負の時であること、その中でレーザー総研の果たすべき役割などについて、多くのご提言をいただいた。

■パネルディスカッション「光科学技術が拓く新天地」

ついで、パネルディスカッション「光科学技術が拓く新天地」が開催された。パネリストは栗津邦男氏(大



【写真】パネルディスカッションの後に行われたパーティーの様子。

阪大学大学院教授)、柘植綾夫氏(三菱重工業株式会社特別顧問、日本学術会議会員)、斗内政吉氏(大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授)、中井貞雄氏(光産業創成大学院大学学長)、三間閼興氏(大阪大学レーザーエネルギー学研究センター長)、山内薫氏(東京大学大学院教授)、今崎一夫主席研究員の7名、藤田雅之主任研究員の司会の下、談論風発の討論が行われ、レーザー光源開発の重要性、イノベーションネットワーク形成の重要性、人材育成の重要性で意見の一致を見た。

レーザー技術総合研究所創立20周年、阪大レーザーエネルギー学研究センター創立35年、(社)レーザー学会開設34年目のこの秋、関連企業のご協力により盛大な記念事業が成功裡に終了した。ここにご賛助を賜った方々に衷心から厚く御礼申し上げる次第である。

【新入研究員紹介】

YAGセラミックスを用いた大出力レーザーの開発を担当

レーザーエネルギー研究チーム 古瀬裕章



はじめまして。今年9月に大阪大学大学院工学研究科博士後期課程を修了し、10月3日付でレーザー技術総合研究所のレーザーエネルギー研究チーム所属となりました古瀬裕章と申します。私は学部時に自由電子レーザーの開発に携わり、高強度レーザーの魅力に惹かれ、レーザー工学の分野に足を踏み入れました。博士課程では枚方市に位置する自由電子レーザー研究施設を利用し、赤外領域における半導体の新しい非線形光学効果の探索と、そのメカニズムの解明を研究しておりました。

私の今後の担当は、遠距離加工を目指した高い平均出力と、高いビーム品質を有する光源の開発です。この光源開発は産業応用をはじめ、核融合用ドライバにも展開できる可能性があり、非常に期待されているプロジェクトであります。私はこのプロジェクトに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、大きな期待に応えることを大切な使命と考えております。

まだまだ研究歴が浅く、未熟者ではありますが、少しでもお役に立てるよう全力を尽くしますので、山中千代衛所長をはじめ、レーザー技術総合研究所の先輩研究員、阪大レーザー研の教職員の皆様方、ご指導のほどよろしくお願い申し上げます。