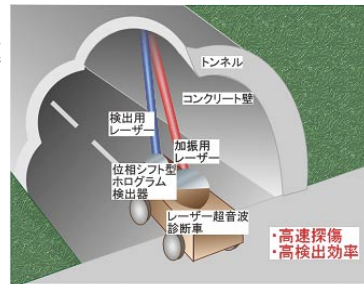


2006, Dec.

No. 225

CONTENTS

- レーザー超音波リモートセンシングシステムの実用化へ加速
- 白色光ライダーによる環境計測
- 【光と蔭】Seven Stars
- 第59回Gaseous Electronics Conferenceに参加して



【口絵1(上)】トンネルコンクリートの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
【口絵2(下)】廃トンネルのコンクリート内部欠陥探傷実験



レーザー超音波リモートセンシングシステムの実用化へ加速

■公募研究に採択される

コンクリート内部欠陥探傷用レーザー超音波リモートセンシングシステム(以下、レーザー探傷装置)の開発は、ここ数年で大きく進展した。具体的には、コンクリート内部にジャンカ(砂、砂利がセメントと混ざらず、はがれ落ちる部分)を持つコンクリートサンプルで、内部欠陥探傷が可能となった。また、廃トンネルにレーザー探傷装置を持ち込み、コンクリート内の実欠陥の探傷が可能であることを確認した(口絵2参照、「Laser Cross」No.219)。これらの成果をもとに、(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構の競争的資金(運輸分野における基礎的研究推進制度)に「レーザー超音波法を用いた次世代コンクリート内部欠陥自動診断システムの研究」の研究課題名で応募し、採択された。本研究は、鉄道輸送の安全管理に役立つことのみならず、



【図1】現在行われているトンネル内コンクリート検査

道路輸送、橋脚やビルの外壁などコンクリート構造物全体の安全維持管理に貢献するもの

レーザー加工計測研究チーム 島田義則

であり、開発が成功すれば各分野に大きな波及効果があると思われる。研究期間は3年間である。

■研究目的

研究目的は、現在行われている打音検査(図1参照)等をレーザー探傷装置に置き換えることにより、高速でかつ検出効率の高い装置を開発することである(口絵1参照)。

具体的な内容は大きく分けて、3つに分類される。第1は、レーザーによる信号印加効率の向上と振動検出感度の向上を図り、装置から5m離れた場所の内部欠陥を探傷可能な装置を開発する。第2は、欠陥の発生個所などのデータベース構築と欠陥検出アルゴリズムの確立を行う。第3は、これらを統合し試作機を作り上げ、その評価をすることである。これらができれば、レーザービームの迅速走査性と高空間分解性能により検査効率性を損なうことなく、2次元の情報収集が可能となる。

■研究体制と役割

研究体制は、レーザー技術総合研究所、東京工業大学、鉄道総合技術研究所、およびJR西日本で構成されている。

レーザー技術総合研究所は、レーザーパルス最適

次ページへつづく▶

化や振動を検出するためのダイナミックホログラム技術の改善をし、レーザー探傷装置の探傷精度向上、高効率化を行う。東京工業大学は、レーザーとコンクリートとの相互作用を実験とシミュレーションにより評価し、より効率的なレーザー照射法を追究する。鉄道総合技術研究所は、今まで研究を続けてきた接触型超音波探傷法やインパクト法を用いてコンクリートサンプルを評価し、レーザー法との比較を行い、検出アルゴリズムを確立する。JR西日本は、実際に検出される内部欠陥の種類や場所の特定を行い、内部欠陥データベースを作り上げることと、実際の欠陥に即したコンクリートサンプルを製作することである。上記の4者が共同で試作機を仕上げていく。

■将来の展望

JR西日本では、図2に示すようなトンネル内のコンクリート表面状態を観測できる装置が開発されて稼働している。これに本装置を積載することが考えられる。これによりコンクリート表面のみならず内部の情報まで客観的に評価できる装置が完成する。今までかかっていた時間の数十倍速いスピードで、かつ正確に内部欠陥を探傷できる装置開発に向け、努力を続けていく。



【図2】トンネル履工表面検査システム。緑のレーザーを用いてコンクリートの表面状態を観測する装置

白色光ライダーによる環境計測

レーザー加工計測研究チーム 藤田雅之
 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻 山中千博

◆1999年からスタートした研究テーマ

レーザー技術総合研究所の所内プロジェクトとして「白色光ライダー」の研究は1999年にスタートした。フェムト秒TW(テラワット)レーザーを採用し、超短パルス超高強度レーザー計測応用研究を展開するため、まず取りかかったのが「白色光ライダー」を用いた環境計測であった。超短パルスレーザーで自己位相変調を誘起し、スペクトル幅を広げライダー光源とし、一台のレーザーで多種多様な大気情報を得ようという試みである。

◆欧州の白色光ライダー

「白色光ライダー」の研究はドイツで始まった。1997年に「Femtosecond Atmospheric Lamp」と題した報告がある。フェムト秒TWレーザーパルスを大気中に集

光し、約30m上空で白色光を発生させ、地上で散乱光を計測し、分光スペクトルから水や酸素分子の吸収が同時観測された。

◆ガスセルと多波長同時計測の組み合わせ

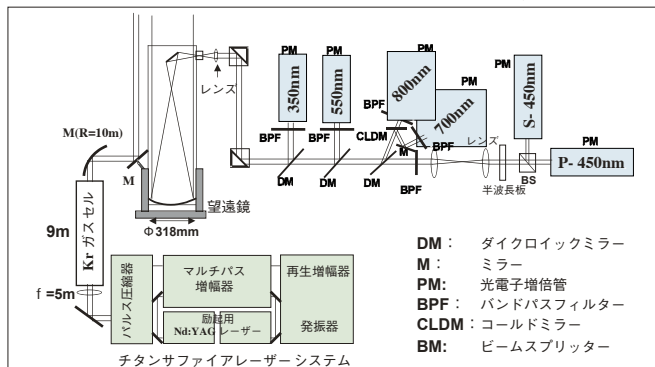
欧州の白色光ライダーに対抗して、われわれは希ガスセルを用いた白色光発生と、光電子増倍管にバンドパスフィルターを組み合わせた多波長同時計測を実施した。計測対象は、大気中分子の他エアロゾル(浮遊微粒子)を取り上げた。異なる波長での散乱係数の違いから、エアロゾルの粒径分布を推定しようとする試みである。当初は350nm、550nm、700nm、950nmと4波長を選定し大気観測を行い、後方散乱係数の波長依存性やエアロゾル粒径分布の推定を行った。

◆多波長同時プラス偏光特性

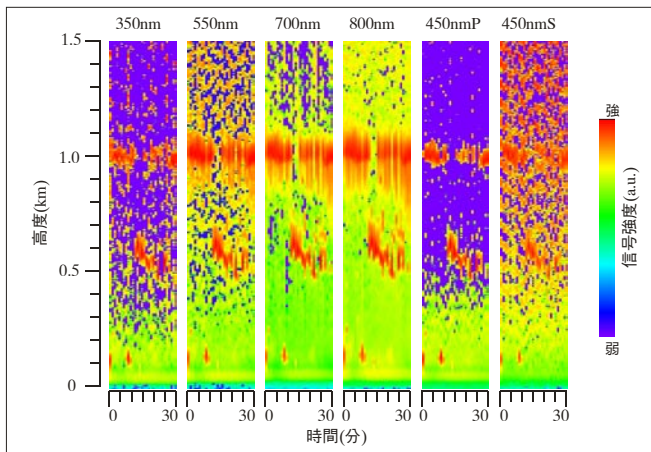
ライダーでは、レーザーの後方散乱光の偏光特性を測定すると、散乱粒子の形状に関する情報(偏光解消度)を得ることができる。白色光生成による直線偏光の回転はなく、Krガスを用いて生成させたコヒーレント白色光は元のレーザーの偏光を保持しており、偏光ライダーの光源として利用できる。多波長同時計測だけではなく、プラス偏光解消度計測へと測定系を展開している。

◆5多波長プラス偏光ライダー

コヒーレント白色光を用いた5多波長偏光ライダー



【図1】5多波長偏光ライダー実験配置図



【図2】2005年3月23日に観測した6チャンネル同時計測信号

実験の配置図を図1に示す。分光装置は350 nm、450 nm、550 nm、700 nm、800 nmにおける多波長Mie散乱信号と、450 nm では偏光分離信号を同時に得ることができる。図2に大阪大学・吹田キャンパスで、2005年3月23日1:53~2:22の30分間にわたり継続的に観測した、6チャンネル同時計測の信号を示す。雲やエアロゾルの空間的な分布構造を得るため、距離の2乗で補正している。高度0.6km、1.0kmに見られる信号が雲からの散乱光であり、時間による雲の高低が見てとれる。

◆この雲は水か氷か？

得られた雲の偏光解消度 δ は、0.6、1kmの雲に対してそれぞれ、 $\delta = 0.63, 0.58$ と大きな値を示した。これは水晶の雲の値と一致するが、実験当日の高層大気の



Seven Stars

たまたま旧友イスラエルのSOREQ Nuclear Research Centerの Shalom EliezerがILEの外国人客員教授として来学中で、先日も名誉教授室で往事の回顧談に花を咲かせた。その時彼の質問は「Seven StarsのいわれをILEの誰に聞いても知らないのだが、何の意味か？」という。来年創立35周年を迎えるわがILEでSeven Starsの意味が最早不明とは一瞬絶句した。まさに「レーザー核融合研究センター」も遠くなりけりの感に打たれた。

Shalomに伝えたのはもちろんSeven Starsはタバコの名ではない。「ILEを開発しようとした今をさる40年の昔、私と共に新天地を切り開くのに協力した七人の盟友：豊田浩一、南條 基、中井貞雄、坂上幸男、山口元太郎、山中龍彦、井澤靖和をさすのである」と言った次第。これらの人々が日々切り開いた道が今日の発展につながっているのだ。

Seven StarsはILEの月刊誌を出版するに当たって私が命名したものであるが、もう一つの由来はILEの研究グループの構成を指し示す七つ星である。このあかしとしてILEの前庭に7本のメタセコイヤが聳えている。激光Gグループ(ガラスレーザー実験チーム)、烈光Lグループ(CO₂レーザー実験チーム)、励電Rグループ(電子ビーム実験チーム)、集電Sグループ(プラズマフォーカス実験チーム)、理論・シミュレーションThSグループ、ペレットファクトリーPグループ、GODグループ(ガラスレーザー運用・開発チーム)、この七つの星がそれぞれ自らのインセンティブを明確に自覚し、この30年努力を惜しまなかった成果が今日の発展につながったのである。新著慣性核融合研究開発史—レーザー核融合パイオニア物語—にこの状況は縷々述べてある。

Shalomが言うには「世界のレーザー核融合研究で日本の立場が立派に確立したのは全くご同慶の到りであるが、これからの舵取りはなかなかむずかしい」と。彼はSOREQでMaterial studyとTheory and Computational Studiesのリーダーを務めていたのだが、スペインのマドリード工科大学Instituto de Fusio Nuclearの教授も兼ねていて、「フェムト秒レーザー応用の講義には学生が何百人もつめかけるのだが、レーザー核融合には数十人しか来ない」と嘆いている。レーザー核融合研究センターをレーザーエネルギー学研究中心に改組し全国共同利用施設にしたのも、この対策の一つである。

わが研究集団としてはレーザー技術総合研究所ILTが産業用分野をカバーし、レーザーエネルギー学研究中心ILEは基礎分野を担当とすべきだ。米、仏、中国はレーザー核融合の大計画を推進している。

何とんでも21世紀のエネルギーは核融合の実現にかかっているのだから、Seven Starsには北斗七星のように振れることなく目標を堅持し頑張ってもらわねばならない。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

データから、高度1km付近までは気温10~15℃と推定され、氷晶の雲が生成されているとは考えにくい。水滴で構成されると考えられる雲で偏光解消度が大きくなったのは、雲などからの前方散乱の波長依存性によるものだと考えられる。また、非球形でも粒子の大きさが使用するレーザーの波長に比べ十分小さいと偏光解消度は大きくなりませんので、多種多様な雲・エアロゾルに対しては、偏光ライダーを多波長で行うことが必要になる。

◆3波長同時偏光ライダー

現在、3波長同時偏光ライダー(6チャンネル計測)の

開発を進めている。雲の深さ方向に偏光解消度が大きくなる多重散乱の効果が観測されている。また、雲の下に広がるエアロゾル層での偏光解消度の高度変化に、波長依存性が観測された。これは、エアロゾルの粒径に依存していると考えられる。今後、任意の波長で選択的に散乱現象を測定できる白色光ライダーの特徴を活かして、エアロゾル、黄砂、花粉など環境パラメーターの定量的評価を行っていききたい。

最後に、本研究はレーザー総研、阪大理学部、阪大レーザー研、デ・ラ・サレ大学(フィリピン)との共同研究として進めていることを付言する。

REPORT

第59回Gaseous Electronics Conferenceに参加して

■第59回GECは、オハイオ州立大学 (Ohio State University)で開催!

第59回、Gaseous Electronics Conference(GEC)は、米国オハイオ州コロンバス市、オハイオ州立大学敷地内のHoliday Inn on the Laneで10月9日~13日の5日間の日程で開催された。この大学は、アメリカンフットボールで非常に有名な大学で、広大なフットボールスタジアムが敷地内にあり、周辺には、OSUのロゴマークが入ったギフトショップも見受けられた。



【写真1】オハイオ州立大学キャンパス



【図2】フットボールスタジアム

会議参加者は、米国の研究者を中心に、欧州、韓国、日本などから約300人であった。会議内容は、プラズマ光源、プラズマ化学、光学計測・診断、高気圧および低圧放電、熱プラズマ・アーク放電・絶縁破壊、プラズマ応用、ナノ環境応用など非常に多岐にわたり、口頭発表が2会場セッションごとに午前・午後と並行して行われ、1

レーザー加工計測研究チーム 山浦道照

日目と3日目の夕方からポスター発表が開催された。

■放電物理に関する報告が8割以上を占めた

電気工学の中でもよく耳にする放電(誘電体バリア、グロー、アーク、ストリーマ、コロナなど)であるが、その物理はあまり解明されていないのが現状である。今回の会議でも、棒-平板電極を用いた低圧放電プラズマの温度・空間分布測定(英国、Open University)、大気圧中での絶縁破壊特性(ロシア、State Politechnical University)、400nm-45 μ mの極短ギャップ間の絶縁破壊特性の評価(米国、National Institute of Standard Technology)、誘電体バリア放電を用いたラジカル生成時の印加電圧、ガス流速および水分濃度依存性評価(米国、Air Force Research Laboratory)、雷放電誘導のためのプラズマチャネル消滅過程のシミュレーションコード開発(米国、Naval Research Laboratory)、電子ビーム法で生成した大気中プラズマチャネルの光学診断(米国、University of Nevada)など、放電現象のメカニズム解明に関する報告が大部分を占めた。

その他、Heガスを流した状態でマイクロギャップ間に交流高電圧を印加し、生成されるマイクロプラズマジェットの開発に関する報告、揮発性有機化合物(VOC)、フロロカーボン、ダイオキシンなどの有害化学物質を、電子ビームもしくは放電と電子ビーム併用により分解処理する報告も目立った。

放電物理に関する報告が8割以上を占めたせいか、どのセッションも熱心な質疑応答が続き、時間通りに終了しない講演がほとんどであった。