

2001, Mar.
No. 156

CONTENTS

- 白色光ライダーの技術開発
～環境計測のブレークスルー技術～
- 『光と蔭』強きを挫き、弱きを甘やかす
- 超音波法による材料の劣化評価
- 非破壊検査株式会社



【写真】白色光ライダー野外実験の様子

白色光ライダーの技術開発 ～環境計測のブレークスルー技術～

白色光ライダープロジェクトリーダー、レーザー環境応用計測研究チーム チームリーダー 藤田雅之

地球環境保全のために

地球規模で生物の生存を脅かす地球温暖化、オゾン層破壊等の地球環境問題に対しては、科学的な研究を施し、根拠が明確な施策を推し進めることが肝要となる。特に、地球規模での大気環境の客観的かつ詳細な計測技術の確立が重要なことは言うまでもなく、現状の知識の結集はもとより、技術的ブレークスルーによる新たな知識の積み重ねが求められている。また、その実現のためには、より多くの環境情報を科学

的に収集し、解析していくことが不可欠であり、革新的な環境計測技術の開発が重要となる。そのための手段として、最新のレーザー技術を駆使した白色光ライダーの研究開発を3カ年のプロジェクトとして平成11年度より開始した。テーブルトップTWレーザーを用いて発生させたコヒーレント白色光を新しいライダー光源としてその環境計測分野へ活用すべく、研究を進めている。

次ページへつづく▶



(前ページよりつづく)

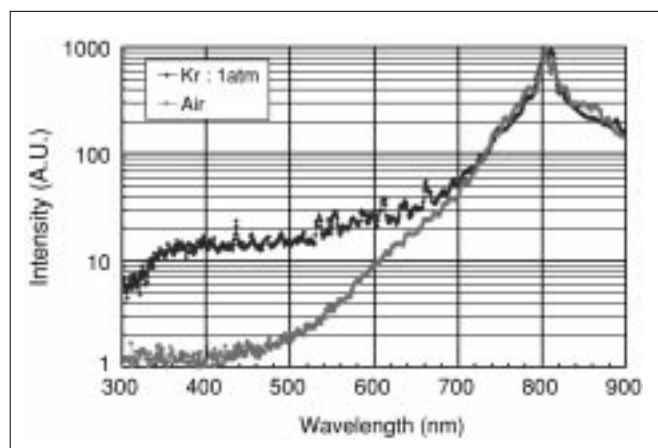
環境の見張り番：白色光ライダー

ピーク強度が0.1TWを越えるパルスレーザー光を最適な条件下で気体中に集光すると、光は自らファイバー状のチャンネルを空間に形成し伝搬していく。その自己形成チャンネル内でレーザー光は自己位相変調と呼ばれる現象によりスペクトルを広げ、遠赤外から紫外に及ぶ超広帯域のコヒーレント白色光に変換していく。この白色光を大気中に射出し、散乱成分を時間分解・分光することで多種多様な地球ガス分子の高度分布情報を総合的に収集することが可能となり、環境問題への重要な知見を与えることが期待される。図1にクリプトンガス(1気圧)中で発生させた白色光のスペクトルを示す。可視・紫外域では350nmまでの広帯域かつ平坦なコヒーレント光の発生に成功した。これまでのライダー測定では、特定の測定種に対して特定の波長が要求されるため、一つの測定種に対して、一台のレーザーが必要であった。より多くの大気情報を測定するためには広帯域なスペクトルを持つコヒーレント白色光を用いることが有用となる。

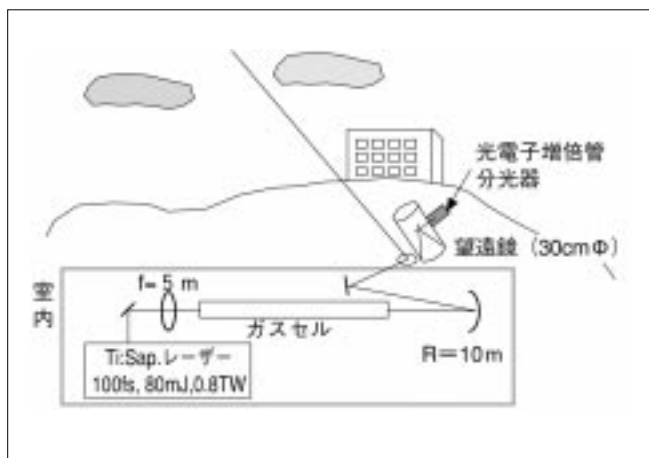
多波長計測を実施

これまでに、複数大気成分の同時計測の際に問題となる波長毎における光量を調べ、エアロゾルの粒径分布に関する情報の取得の可能性を評価するための基礎実験を行った。図2に白色光ライダー実験配置図を示す。TWレーザーを希ガスセル中に集光し、広帯域コヒーレント白色光を発生させ屋外大気中に射出した(表紙写真)。大気からの反射・散乱光成分は口径30cmの望遠鏡で受光し、光電子増倍管を用いて検出した。

波長分解はバンドパスフィルターを用いて行った。バンド幅40nmで中心波長350nm、450nm、550nm、650nmにおける散乱光の時間分解波形を観測した。図3(a)に各チャンネル毎の信



【図1】TWレーザーにより生成された白色光スペクトル



【図2】白色光ライダー実験配置図

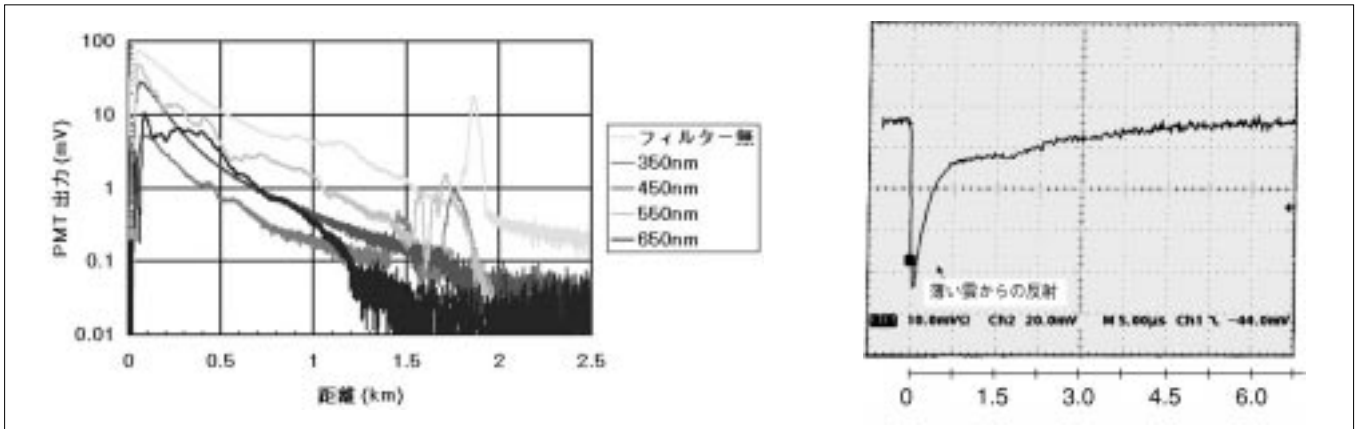
号とフィルターを用いない場合の信号を示す。積算回数は各100回である。実験当日の天候は曇りで、時折、雪がちらついていたため、距離0.3～0.9kmでは雪による散乱が、また、距離1.5km以上では雲による強い散乱が見られた。参考のために、図3(b)に晴天時のフィルターを用いない場合の散乱光信号を示す。積算回数は53回である。最大で距離6km遠方からの信号が得られている。

図3(a)より、各波長毎の後方散乱係数を求め、ミー散乱理論との比較により各高度でのエアロゾル・雲・霧等の粒径分布が得られる。多チャンネルの信号を同時計測することにより、粒径分布の推定精度が上がることになる。

地球環境予測のモデル化への寄与

地球温暖化、異常気象等の地球規模の気候変動、超長期にわたる地球の地殻変動等の解明、予測等を目指して、地球シミュレータが開発されつつある。高精度な数値計算といえども、予測結果に対する妥当性は計算モデルならびにデータベースに大きく依存する。衛星を用いた地球規模の観測により、そのデータベースは充実しつつあるが、上空からの大気観測には雲の影響で限界があり、地上からの相補的な観測も不可欠となる。特に、人間活動の影響が顕著な地上10km以内の大気観測はデータベースの拡充に重要である。

地球のエネルギー収支においては、太陽からのエネルギーの約20%が雲やエアロゾルによって反射され、地球の放射エネルギーの23%が大気中の水分によって吸収・再放出されていると考えられている。白色光ライダーの多波長同時計測による地上からのエアロゾル・雲等の粒径分布観測は地球環境予測のモデル化へ大きく貢献するものである。



【図3】観測された散乱光信号 (a)/左図：降雪時に観測された波長毎の散乱光信号、(b)/右図：晴天時に観測された散乱光信号

白色光ライダーへの期待
 今回、白色光ライダーの有用性を確認するために多波長計測を行い、地球エネルギー収支に重要なエアロゾル・雲等の粒径分布観測の可能性を明らかにした。今後は、散乱光の分光を行い、温暖化ガスの濃度情報の同時計測の可能性を明らかにして

いく予定である。また、フェムト秒白色光源の特徴を活かすことにより、大気化学ダイナミクスの解明を目指した、いわゆる“ポンプ-プローブ-白色光ライダー”の研究も重要となると考えられる。白色光ライダーの発展性や実用化へ寄せる期待は大きい。



MEMBERS' COMPANY

超音波法による材料の劣化評価

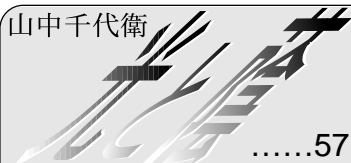
非破壊検査株式会社

はじめに
 わが国の産業界では、高度経済成長期にあらゆる産業分野で多くのプラントが建設されましたが、その後の経済環境の変化のため設備の新規建設や更新は減少し、建設当時の設備が今でも主要設備として稼働している例は少なくありません。さらに

最近の規制緩和の流れを受けて、長期連続運転や使用期間の延伸が検討されています。このため設備の安全性や信頼性の確保が重要な課題になっています。

このような状況を背景に、当社では欠陥や材料特性を定量的

次ページへつづく▶



強きを挫き、弱きを甘やかす

21世紀の大競争時代を迎え、国力を充実し国際場裡で、この困難な時代を生き抜き、世界に雄飛する希望と能力を何とか育成したいものである。現在の国を覆う閉塞感と無力感は何に原因があるのだろうか。戦後われわれがイノセントに採用してきた基本的な姿勢には自らの持つ長所を伸ばさず、短所ばかりに気遣うコンプレックスが見受けられる。

米国電気電子学会(IEEE)Spectrum誌の記事によると米国に比べ日本の産業技術上の弱点は、バイオ技術、医学分野、宇宙航空技術、ソフト分野とされている。旧科学技術基本計画による過去5カ年間、17兆円の研究投資においても弱点補強に重点が置かれた傾向が強い。これとは逆に固有の長所を伸ばす方策をとり、日本が持てる優位性を強調することが肝要であろう。米国で言われているのと逆の意味でInvented Elsewhere syndrome(舶来信仰)がある。謙遜を美德とするのも程々にしないと国を挙げて卑屈に流れてしまう。さらに付言すれば義務教育の場である小中学校において強きを挫き、弱きを甘やかすことを教育の基本にしているように感じるのは筆者のみであろうか。

人それぞれ、国それぞれ長所、欠点があるが、長所を伸ばすことではじめて、相互協力や国際協力ができるのだ。新科学技術基本計画では、せつかくの研究投資を有効に長所をより強化するよう配分しなければならない。

【(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)

に評価し、余寿命を正確に予測する研究開発を実施中で、既に現場に適用しつつあります。写真1は石油精製プラントの例ですが、本稿ではこのような石油や石油化学プラントで問題となっています水素侵食による鋼材の劣化を、超音波で評価する研究を紹介します。

超音波による水素侵食の評価

水素侵食とは、低合金鋼が高温・高圧の水素環境下で使用されること、内部にミクロンオーダーのメタン気孔が発生して、材料の機械的性質や延性が劣化する現象です。これを評価する研究を行うために、低合金鋼を高温・高圧の水素中に保持して、水素侵食を発生させました。保持時間を変えて劣化度が異なる試験体を作成し、超音波の減衰量を測りました。減衰量は超音波が伝わる際の振幅の低下の程度です。また走査電頭を観察や、機械的性質の測定を行いました。この結果、保持時間が長くなるとメタン気孔が増加し、機械的性質が著しく劣化することが確認できました。

写真2は走査電頭の像の一例で、結晶粒界のメタン気孔が観察できます。また水素中の保持時間と超音波の減衰量の間には、良い相関関係があることが分かりました。これは超音波がメタン気孔で散乱されるためです。理論的な計算によると、測定した減衰量は走査電頭によるメタン気孔の観察結果に一致しました。このように超音波の減衰量を測定すれば劣化度が分かります。

超音波の減衰量の新たな測定法

超音波の減衰量を測るには、裏面からの反射波が正確に得られることが前提となり、このためには表面と裏面が平行で、面の粗さが小さいことが必要です。しかし現場の機器ではこのようなことは期待できませんので、裏面の反射波を用いずに減衰が測定できなくてはなりません。この目的のため、超音波の散



【写真2】走査電頭の像の一例

乱波を利用する方法を開発しました。

散乱波とは内部の散乱源で散乱されて戻ってくる波で、原理的に面の平行性に関係なく、また面粗さの影響が少ないので、これを用いた方法は実機適用性が高いと期待できます。開発した方法で測定した結果は、裏面の反射波から求める従来法の結果と非常によく一致しました。この手法は水素侵食だけでなくクリープなど種々の劣化現象にも有効で、適用範囲を広げていくように考えています。

最後にわれわれが用いている実機用のスキャナーを写真3に示します。箱の中の超音波センサーやセンサーを走査する機構が組み込まれており、箱は水で満たされています。箱の底面は超音波を効率よく伝えるように高分子膜でできており、これを検査対象物に接触させることで安定した測定が可能です。



【写真3】実機用のスキャナー

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:m Fujita@
ile.osaka-u.ac.jp)までお願いいたします。



【写真1】石油精製プラントでの研究開発の例

Laser Cross No.156 2001,Mar.

発行/財団法人レーザー技術総合研究所 編集者代表/藤田雅之 〒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 3F TEL(06)6443-6311 FAX(06)6443-6313

KEIRIN



この機関誌は、競輪の補助金を受けて製作しました。