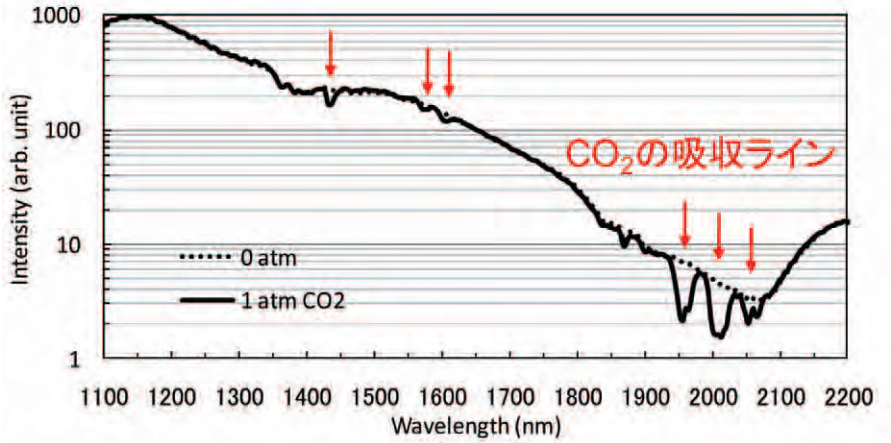
ISSN 0914-9805
Institute for Laser Technology
LASER CROSS レーザー・クロス
2010, Nov.
No. 272

CONTENTS

▌コヒーレント白色光を用いた二酸化炭素の計測
▌2010堀場雅夫賞を受賞
▌【光と蔭】リーダーの役目
▌第25回レーザーレーダー国際会議に出席
(25th International Laser Radar Conference)
▌主な学会等報告予定



【表紙図】コヒーレント白色光を用いた二酸化炭素の吸収スペクトル

コヒーレント白色光を用いた二酸化炭素の計測

レーザー加工計測研究チーム　染川智弘

◆地球温暖化対策

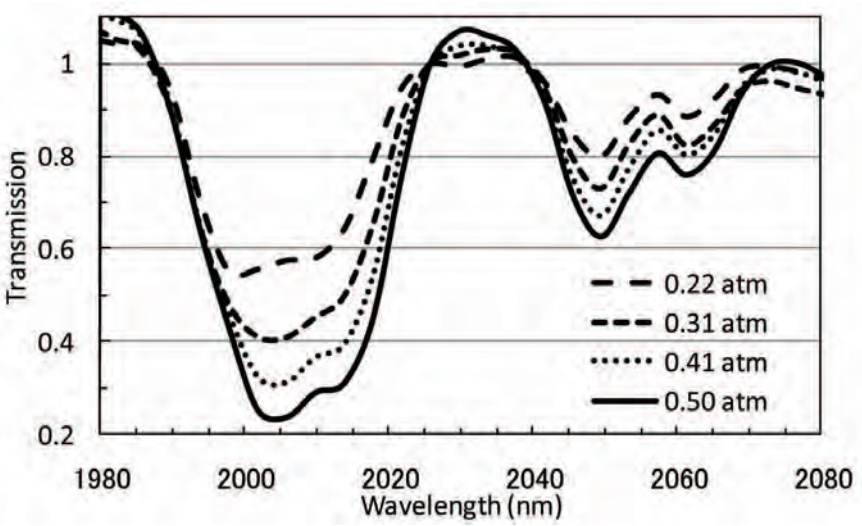
温室効果ガスによる地球温暖化の進行は、地球規模での影響の大きさや深刻さからみて重要な環境問題のひとつである。1997年に締結された京都議定書の約束期間が2008年４月１日に日本でも始まった。日本では1990年度の排出量を基準に、2008年から2012年度の５年平均で温室効果ガスを６％削減する義務を負っている。こうした温室効果ガスである二酸化炭素、メタンは赤外域に吸収ラインを持っており、コヒーレント白色光の赤外域を用いることで濃度を評価できる。コヒーレント白色光は紫外から赤外に及ぶ連続スペクトルを有しているため、それぞれの吸収ラインに応じたレーザーの開発を必要とせず、最適な波長を用いて、二酸化炭素、メタン、水蒸気といった温室効果ガスを同時評価が可能である。

◆コヒーレント白色光の二酸化炭素の吸収スペクトル

波長800 nm、強度50 mJ、パルス幅100 fs、繰り返し10 Hzの高強度フェムト秒レーザーを１atmのKrガスに集光することによって白色光を生成させることができる。CO_2を０atm(真空)、１atm封入した９mのガスセルに対する白色光の透過スペクトルを表紙図に示す。

次ページへつづく▶

2080 nmから見られる強度の上昇は赤外分光器の２次光の寄与であるが、コヒーレント白色光は2000 nm程度まで赤外スペクトルを有していることがわかる。 CO_2 1 atmの吸収スペクトルでは1600、2000 nm付近にCO_2の吸収エリアが確認できる。



【図１】二酸化炭素のガスセル封入圧力による透過率スペクトルの変化

◆大気中の濃度評価

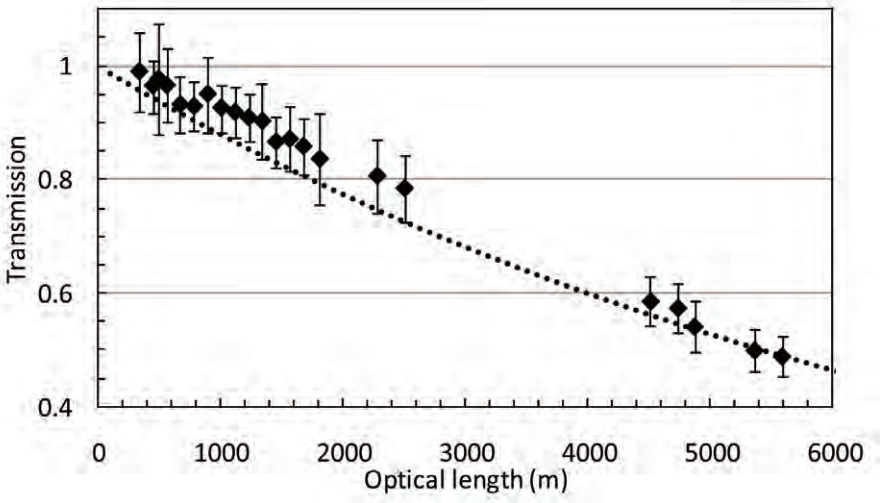
透過率Tは二酸化炭素の吸収断面積σ、数密度N、光路L を用いて $T = e^{-\sigma NL}$ のように表現できる。得られる透過率Tは使用する分光器の波長分解能に依存するため、σ は本測定系に特有の値となる。９mのガスセルにCO_2の封入圧力を変化させCO_2濃度をコントロールして測定した透過率を図１に示す。吸収波長帯域において最も吸収の大きい波長である2005 nmでの封入圧力による透過率変化から、吸収断面積$\sigma_{2005} = 1.16 \times 10^{-22}$ [cm^2/molecule]を求めることができる。したがって、この波長帯域における実大気の透過率を測定することで濃度を推定することができる。

◆大気中の二酸化炭素濃度評価の可能性

実験を行った阪大レーザー研では直進光路の利用が地理的に困難であり、ミラーによる折り返し光路を利用したが(最長452 m)、ビーム広がりによる強度減少等で実大気では測定が行えなかった。そこで、９mのガスセルで実大気の吸収光路に相当するCO_2濃度を再現し、換算吸収光路に対する透過率の変化を見積もった(図2)。観測地点のCO_2濃度はLI-COR社製のLI-820を用いて測定した398 ppmを用いている。点線は上記で見積もったσ_{2005}から得られる予想透過率であり、ほぼ一致することがわかる。地球温暖化を議論するのに必要とされる1-2 ppm程度の精度でCO_2濃度を評価するには現在のシステムでは5.5 km程度の光路が必要であることがわかった。

◆今後の展開

コヒーレント白色光の赤外域を用いてCO_2の吸収測定を行った。1-2 ppm程度の精度でCO_2濃度を評価するには5.5 km程度の光路が必要となり、現在のシステムでは実大気における測定が難しいが、分光器等を最適化することで短い光路で測定が実現できると考えている。また、白色光は広帯域であるためメタンや水蒸気、可視域ではNO_2, O_3, SO_2等の大気汚染物質の同時検知も可能である。また、差分吸収ライダー(DIAL)に応用すればこうしたガスの高度分布情報まで期待できる。



【図２】光路長さと透過率の関係

染川智弘研究員が2010堀場雅夫賞を受賞

2010年度の堀場雅夫賞は「人間の健康・安心・安全に影響する空気中の拡散物質のノンサンプリング計測」をテーマとし、染川智弘研究員が「高強度フェムト秒レーザーを用いた白色光ライダーの開発」で受賞しました。

【写真】受賞時の写真（左）・受賞トロフィーと賞状（右）

山中千代衛 ……167

リーダーの役目

チリ北部コピアポ郊外のサンホセ鉱山における８月５日の落盤事故では作業員33人が閉じこめられ、当初の見込ではドリルによる脱出坑の掘削にクリスマス頃までかかると言われていたが、10月14日見事に全員救出の奇跡が達成された。

これにはリーダー役だったルイス　ウルスア氏の状況判断と鉱員掌握の成果が高く評価されている。２ヶ月に及ぶ地下700米のシェルター気温35℃湿度100%で生活を維持し無事生還に至ったことは誠に喜ばしい限りである。救助作戦では3台の大型掘削機を投入し、2000万弗の費用がつぎ込まれた。このプロジェクトには全世界が固唾をのんで注目した。

８月５日の事故発生直後坑内には大量の粉塵が舞上がり状況を把握するのに約３時間かかったという。一部の作業員は取り乱しわれ勝ちに脱出を試み大混乱となったが、ウルスア氏は「助けは必ずくる。希望を失うな」と作業員を静め、それから生還をかけた長い挑戦が始まった。

シェルターに保存された食糧を少しでも長持ちさせるため厳格に分配し、全員を３グループに分けて１日３交代制でそれぞれの役割分担を明確に、生活管理に力を尽くした。連絡用のドリルが８月22日に到達したあとも、冷静に体力と志気の維持を計った。鉱山関係者として救出作業がいかに困難かは全員が理解しており、ウルスア氏自身も「突然、心折れてしまってもおかしくなかった」と当時の心境を吐露している。

このような危機管理こそリーダーの役目である。リーダーたるもの自己欲を取り去り、グループ全体の行動目標乃至はグループの使命が円滑に遂行出来るよう適確な方策を立てねばならない。

それにはグループ全体からの全面的な信頼と尊敬の念を一身に集めるだけの人徳が求められる。この辺が一番難しいところで、厳しい修練と長い経験が必要となる。この奉仕の資質は言うならば天与の恩恵によるところが大で、一朝一夕に鍛え上げられるものではない。

まさにリーダーの品格があらゆる組織において必要とされるのである。国において然り、企業において然り、勿論大学においてもそうである。職権をたてに命令による上意下達だけの管理では組織は忽ち崩壊する。 科学研究の分野では自由な討論がとくに大切で、リーダーの奉仕の精神が強く求められる。

【研究名誉所長】

第25回レーザーレーダー国際会議に出席
(25th International Laser Radar Conference)

レーザー加工計測研究チーム　染川智弘

◆ILRCがロシア、サンクトペテルブルグで開催される

第25回レーザーレーダー国際会議がロシア、サンクトペテルブルグのホテルサンクトペテルブルグで７月５日から９日の５日間にわたり開催された。会場のホテルまではプルコヴォ 2国際空港から車で1時間程度かかり、午後11時くらいにホテルに着いたが、日本での夕方くらいの明るさである。７月初旬のサンクトペテルブルグは暑く、帰国後に報道されていたロシアでの猛暑が思いだされる。

参加人数は全部で258人(アメリカ52人、ドイツ36人、ロシア27人、日本22人、フランス18人等)であり、日本からは筆者の他、環境研、気象研、情報通信研究機構、千葉大、首都大、名古屋大、東北大、九州大らが参加した。発表論文の総数は378件(Keynote:3、Oral: 98、Poster: 277)と主催者側からの報告があったが、ポスター発表では空欄が見られため、キャンセルも多かったのではないかと思われる。

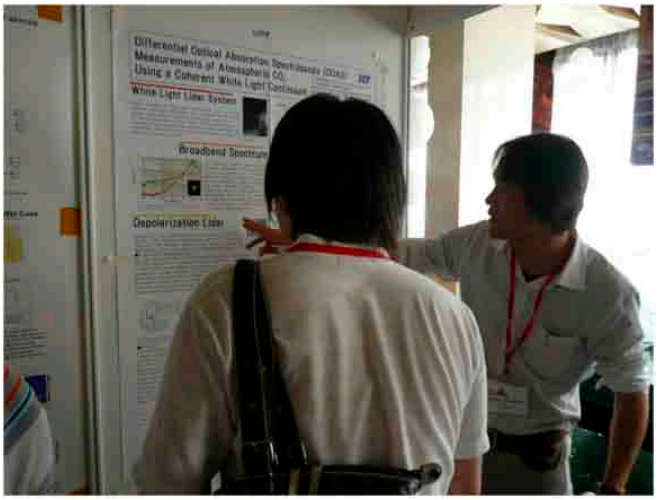
◆国際的なネットワーク観測が主流

講演はシングルセッションで行われ、セッションは測定対象ごとに区切られ、レーザー装置開発から観測手法まで様々である。計測手法としては衛星搭載型のライダー開発や、多国間での観測ネットワークの講演が多い。また、観測手法としてはレーザーを数台動作させる多波長の計測が多く、評価に利用するパラメータが多くなっている。

会議の優秀発表賞であるInaba Awardには環境研のDr. B. Tatarovが選ばれた。通常のラマンライダーから受信光学系を工夫して、多波長でのラマン信号を同時検出している。前回も同じ環境研のグループから受賞者が出ており、日本のライダー開発技術は高いように思える。

◆白色光ライダーの今後

筆者は先述の白色光ライダー開発における二酸化炭素の測定事例を報告したが、プロジェクト立ち上げ以来の競合先であるヨーロッパのTeramobileグループは現在ではライダーの会議にはあまり参加していないようだ。代わりにロシアのグループが白色光の0.75～1.0μmを用いた水蒸気の吸収、2.0～2.1μmを用いた二酸化炭素の吸収のシミュレーション結果の報告を行い、フランスのグループが３μm付近の水蒸気、メタン等のマルチガス検知のシミュレーションの報告を行っていた。



【写真】発表する筆者

主な学会等報告予定

11月30日(火)～12月3日(金) 第27回プラズマ・核融合学会　年会(北海道大学)
砂原　淳「高速点火におけるコーンターゲット内部のプレプラズマ抑制」
12月20日(月)～22日(水) 第24回数値流体シンポジウム(慶應大学・日吉キャンパス)
砂原　淳「レーザーアブレーションプラズマのダイナミクス」

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)