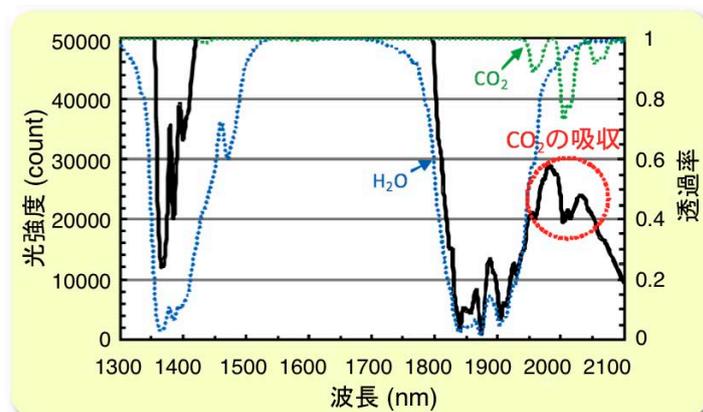


CONTENTS

- コヒーレント白色光を用いた二酸化炭素の計測
- 光活性蛋白質結晶の光電導効果
- 【光と蔭】時代の乖離
- 第26回レーザーレーダー国際会議報告
(26th International Laser Radar Conference)
- 主な学会等報告予定

【表紙図】568 m大気伝搬後の白色光レーザーの二酸化炭素の吸収スペクトル(右軸・点線はCO₂、H₂Oの透過率の計算結果)



コヒーレント白色光を用いた二酸化炭素の計測

◆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一つである。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、レーザー総研ではこれまでに高強度フェムト秒レーザー技術を利用して得られる紫外から赤外までの広帯域な白色光レーザーを用いて二酸化炭素の吸収測定を行ってきた。広帯域な白色光レーザーを利用することで多種類の温室効果ガスの同時評価が可能となるが、使用するレーザーシステムが大型であり可搬性がないために、屋外観測には光源が不向きであった。本報告ではこの問題を解消する小型の白色光レーザーを用いた大気中のCO₂濃度の測定結果について報告する。

◆ナノ秒白色光レーザーを利用した大気赤外吸収測定

単色のレーザーを白色光に変換するには高強度レーザーが誘発する非線形効果を利用する。フェムト秒レーザーは高いピーク強度のために短い非線形作用長でも広帯域な白色光を得ることができたが、ピーク強度の小さいナノ秒レーザーでは広帯域化が難しかった。高いピーク強度が得られないならば、非線形作用長を長くすればよい。ナノ秒レーザーをフォトニック結晶ファイバーに導入することで、その長い作用長から広帯域な白色光レーザーへの変換が可能である。ナノ秒のマイクロチップレーザー(波長1064 nm、パルス幅

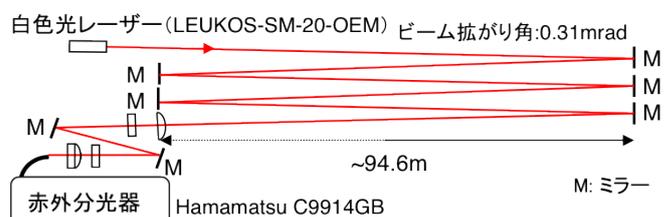
レーザープロセス研究チーム 染川智弘

4 ns、繰り返し20 kHz)をフォトニック結晶ファイバーに入射させることで、出力45 mW、420~2400 nmの白色光レーザーを得ることができる。光源の大きさは15 cm四方程度と小型であり、ターンキー操作で取り扱っても容易である。

図1に屋外でのCO₂濃度計測の実験配置図を示す。実験実施場所の地理的な制約から、94.6 mの光路を金・アルミミラーで折り返す光路を利用した。最長で約568 mの吸収光路を利用でき、大気伝搬後の赤外スペクトルは波長分解能8 nmの小型分光器で測定している(積算時間:10 s)。表紙図に測定した赤外吸収スペクトルを示す(左軸・実線)。1350~1450 nm、1750~2000 nmに見られる大きな吸収は水蒸気によるものであり、2000 nmに見られる赤い点線で囲った箇所がCO₂の吸収である。

◆MODTRANシミュレーションとの比較

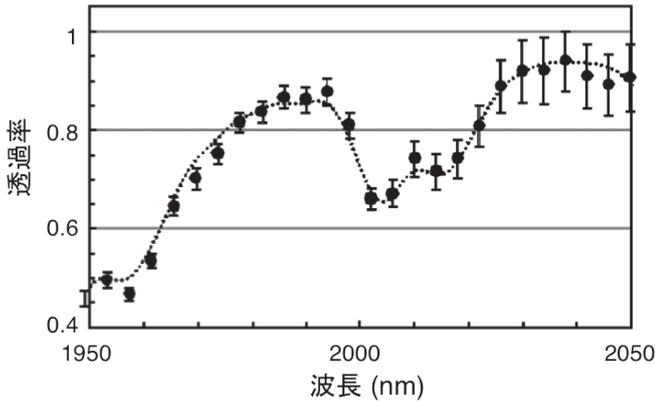
得られた赤外吸収スペクトルをMODTRANデータベースを用いた大気伝搬のシミュレーションと比較し



【図1】実験配置図

次ページへつづく▶

た(図2)。気温11.8℃、湿度52%、CO₂濃度は以前測定した398 ppmを採用した。白色光レーザーの出射直後(吸収光路0 m)のスペクトルを利用して大気の透過率スペクトルを求めた。エラーバーは5回連続して測定した際の平均値からの誤差である。MODTRANによ



【図2】CO₂濃度398 ppm、湿度52%とした計算結果(点線)と測定した透過率スペクトルとの比較

る計算結果と大気の透過率は非常によく一致していることがわかる。

◆今後の展開

白色光レーザーは赤外強度が小さく、大気の大気散乱信号よりも強度が大きな透過光からCO₂の濃度を評価したため、光源と受光システム間の2点間の平均濃度の評価しか行っていない。今後は、パルスレーザーの特性も活かせる差分吸収ライダー(DIAL)に応用して、温室効果ガスの高度分布情報の取得を検討したい。白色光レーザーを用いれば、一つのレーザーシステムで今回報告したCO₂、水蒸気だけでなく、メタン等も加えた多種類ガスの同時観測が可能になる。

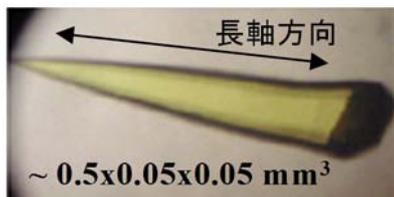
謝辞：本研究は一部を千葉大学環境リモートセンシング研究センター共同利用研究(P2011-1)で実施した。また、実験に使用した白色光レーザー(LEUKOS-SM20-OEM)はオプトライン社のご厚意による。ご協力いただいた方々に感謝する。

光活性蛋白質結晶の光電導効果

レーザーバイオ化学研究チーム ハイク コスロービアン・谷口誠治

■はじめに

光活性蛋白質PYP(Photoactive Yellow Protein)は光から逃げる性質を持つ好塩菌に含まれ、細菌の光検知機能の役割を果たすと考えられているが、どのようなシグナル因子を生体の光認識系へ送っているかは定かではない。有力な可能性の一つに、生体膜内の光活性蛋白質が光によりその構造を変えることで、電子またはプロトンを膜外へ通過させ認識系へと運搬するメカニズムがある。この検証には蛋白質の光電導効果を計測することが有力な手段であるが、一分子での計測は電流値が非常に微弱であると予想されるため困難である。これに対し我々は、試料として単結晶状態の蛋白質を用いることを考えた。単結晶では蛋白質の配列が定まっており、光照射に伴い多くの蛋白質が同方向に構造変化するため、蛋白質間での相互作用が大きな場合には光電導効果も大きくなると予想できる。また近年環境負荷の低い蛋白質を光センシ

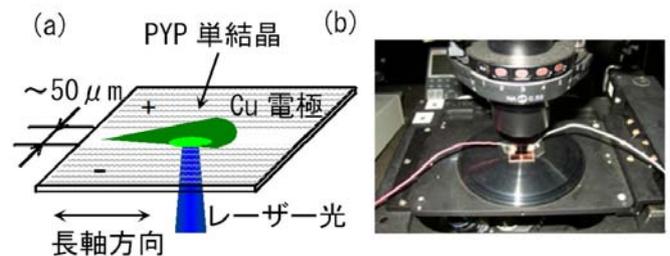


【図1】PYP単結晶の顕微鏡写真

ングやデバイス等へ応用しようとする動きも見られており、このような観点からも大きな意味がある。本研究ではPYP単結晶の光電流計測を行い、蛋白質結晶の光電導効果について検討した結果について報告する。

■PYP単結晶

PYP単結晶の写真を図1に示す。PYP単結晶は短軸約50 μm、長軸約500 μmの針状結晶であり、6つの蛋白質が長軸方向に螺旋状に配列してユニットを形成している。PYP単結晶を幅約50 μmの溝を切った銅電極上に長軸が溝と平行となるように配置し、倒立顕微鏡上で0~10Vのバイアス電圧を加えながら波長415nm、強度15mWのレーザー光を照射した(図2 (a) (b))。光



【図2】(a)電極上のPYP単結晶の配置図、(b)実験時の写真

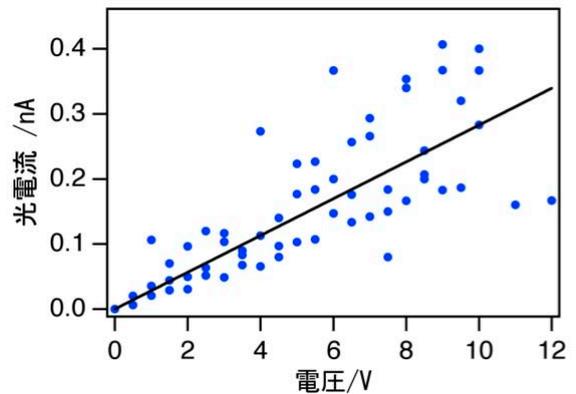
照射時の電流値はデジタルエレクトロメーターにより計測し、光非照射時との差を算出して光電流値とした。

■蛋白質単結晶の光電流計測

図3に、バイアス電圧に対してPYP単結晶の光電流値をプロットしたものを示す。測定値にばらつきはあるものの、バイアス電圧と光電流値はほぼ比例関係を示し、比例定数は28pA/Vと求められた。一方、結晶の長軸を90°回転させて電極の溝方向に垂直に配置した場合には有為な光電流値は観測されなかった。光照射条件は同一であることから、光電流は結晶の長軸に垂直な方向にのみ発生すると考えられる。一方結晶試料で観測された光電流の強度自体は数10pA領域と小さなものであることも明らかとなった。光機能性蛋白質が光電導効果を示すメカニズムには、“蛋白質内”でのアミノ酸残基による水素結合相互作用と蛋白質-発色団間との電荷分離(CT)相互作用が関与すると考えられるが、結晶の場合にはさらに“蛋白質間”での水素結合ネットワーク形成等の相互作用と、これに起因するコンダクションバンドの形成が重要になると考えられる。PYP単結晶の場合には、蛋白質間での相互作用が十分でなく、蛋白質間での電荷シフトが起こりにくくなっている可能性があるものと考えられる。

■まとめ

光活性蛋白質PYPの単結晶状態の光電導効果について検討し、光電流の発生を確認するとともに、電流方向は結晶構造に依存することが分かった。この結果は、PYPの光シグナルの伝達因子として電子が用いられる可能性を示唆したものであるが、今後、光強度依存性や励起波長効果、膜試料の観測等による詳細な検討が必要である。尚、本研究の一部は第42回 倉田奨励金の支援を受けて行われた。また京都大学大学院理学研究科 今元泰准教授より蛋白質単結晶の提供を受けた。心より感謝致します。



【図3】PYP単結晶のバイアス電圧に対する光電流値と線形フィッティング(実線)

山中千代衛



時代の乖離

先日の天声人語に「東郷平八郎と東条英機の区別もつかない」などと嘆かれた覚えが天声人語子の世代にあると書かれている。まさに50歳代の働き盛りの日本人がこの有様だ。戦後67年まさに戦前のよき日本は遠くなりけりである。

大正生まれの筆者らは小学生の時、よく学校の講演会で退役の軍人から明治37年～38年の日露戦役の実話、乃木第三軍による旅順攻略の模様とかロシアバルチック艦隊とわが連合艦隊の日本海海戦などの状況をしばしば聞かされ、血湧き肉躍る思いをしたものである。

考えても見ればこれは1905年の出来事でわずか20年余り前のことであるから、その現実味はまだまだリアルに感覚が残っていた。第二次世界大戦が日本の敗戦に終わってすでに67年、かつての大戦も戦前の日本も今の成年の日本人にとってはるか昔の事柄に思えるのは当然のことだろう。しかも歴史は勝者によって編まれるものである。今はやりの平家物語にしても清盛が悪党に書かれるのはこの故である。先の戦争への無知と風化は敗戦国日本の家庭内の対話においてもまた学校教育においても十分語られることがないため、その結果戦前日本の栄光も戦争の実情も共に歴史への後方にうすくかすむばかりである。この忘却は正しい国家感を歪め、民族の矜持を失うことに直結している。

いまや戦争はむろん冷戦時代も知らない世代が大人になりつつある。時はまさに過ぎ去り流れ去ってゆく。国の歴史を伝え継ぐ難しさが一入である。歴史教育は近代史から始め、次第に年代を遡ってカリキュラムを組んだら、歴史音痴の日本人も多少とも救われるのではなかろうか。国の歴史をしっかりと身につけた人達こそグローバルに活躍出来る資格がある。

これは筆者の確信する心情である。

【名誉所長】

第26回レーザーレーダー国際会議報告 (26th International Laser Radar Conference)

◆ILRCがギリシャ、ポルトヘリで開催される

国際会議(ILRC)がギリシャ、ポルトヘリのAKSポルトヘリホテルのカンファレンスセンターで6月25日～29日の5日間にわたり開催された。会場のポルトヘリまでは公共交通機関では外国人が行くことは困難だということで、アテネの国際空港から学会のチャーターバスで移動した。バスでの移動は3時間程度かかり、エゲ海やオリーブ畑の山道はきれいであったが、ギリシャ人の運転は席から落ちそうになるほど荒いものであった。

参加人数は235人であり、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、三菱電機から参加があった。開催期間の1週間前にギリシャがユーロ圏に残留するかを問う選挙があるなど、政情不安が心配されたギリシャでの開催であったため、出席を見合わせる研究者もいたようだ。

◆中国、ラテンアメリカのライダー開発が盛んに

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。会議の前日24日には初学者のためのレクチャーも行われた。発表内容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。従来の多波長・偏光ライダーに加えて、水蒸気・窒素等のラマンを新たに評価する報告が多かった。また、中国、ラテンアメリカからの報告数が多くなっているように感じた。口頭発表の最後には今後ILRCを中国、ラテンアメリカで開催したいとのアピール付きであった。特に中国からの報告は多く、発表内容に目新しさは少ないが、中国のライダー業界での力

レーザープロセス研究チーム 染川智弘

の入れようを感じた。

ライダーではエアロゾルのドップラーシフトから風を測定する研究が盛んであるが、その応用で地震後のコンクリート建物の振動検出の報告がフランスのONERAからあった。数ヘルツ程度までの振動を10 μ m/s以下のスピードまで計測できる。他に爆発物の遠隔計測への取り組みとしてロシアからUVレーザーによる蛍光を用いたものや、エストニア・イタリア・スイス・フランスの研究チームから3.5～8 μ mの赤外吸収を利用した報告もあった。

筆者は、ライダーによる海底探査を目指した水に溶存している二酸化炭素ラマンライダーの測定事例を報告した。本会議での海洋へのライダー利用は中国のグループの蛍光測定のみであった。ライダー業界のニッチではあるが、水中ではレーザーの減衰が大きいため、観測範囲は短くならないかとの質問を受けた。

今回は2年後、アメリカでの開催予定である。



【写真】発表する筆者

主な学会等報告予定

- 9月23日(日)～26日(水) Laser Damage Symposium 2012 (アメリカ・コロラド州 ボルダー)
 本越 伸二 [Laser-Induced Damage Thresholds for 355-nm AR Coatings on LBO Crystals]
 本越 伸二 [Database on Damage Thresholds for AR and HR Coatings in UV Region]
 11月27日(火)～29日(木) International Conference on Frontiers in THz Technology(東大寺カルチャーセンター)
 李 大治 [Theoretical analysis of grating-based radiation]