

2013, Mar.

No. 300

レーザー・クロス CROSS

CONTENTS

- レーザーを用いたコンクリート欠陥検査の現状と今後の展望
- セリンヒドロキシ転移酵素の光効果
- レーザークロス創刊300号
- 【光と蔭】チェリャビンスクに隕石落下
- 主な学会等報告予定

【表紙図】レーザーを用いた振動計測、診断の展望



レーザーを用いたコンクリート欠陥検査の現状と今後の展望

レーザー計測研究チーム 島田義則

■高度経済成長時に建設された社会インフラの老朽化

2000年頃に起きた新幹線トンネルのコンクリート崩落事故、最近では高速道路トンネル天井崩落事故など高度経済成長期に建設された社会インフラの老朽化が深刻な状況となりつつある。鉄道事業者はコンクリート構造物表面からのコンクリート片剥落事故を未然に防ぐため、打音法による定期的な検査を実施している。しかし、打音法は検査に労力がかかること、作業員により個人差が出ること、定量的な評価が出来ないなどの欠点がある。このため、打音法に代わる検査法が求められている。

■様々なコンクリート欠陥検査技術

コンクリート欠陥検査法には、打音検査法以外にレーザー検査法、接触型超音波探傷法、赤外線検査法、電磁波検査法、X線検査法がある。また、最近では中性子を用いた検査方法が提案されている。上述の検査法は実用化に向けて研究が進められているが、その中でもレーザー検査法は遠隔かつ非接触で対象物の検査が行えるため、探傷箇所の高速移動が可能であることや、コンクリート曲面の計測が容易に行えること、打音法に置き換えることができるなどの利点がある。当研究

所では2005年頃から本格的にコンクリート欠陥検査技術の確立を目指して研究を開始した。

■研究を加速させた競争的研究資金

当研究所はJR西日本(株)、(公財)鉄道総合技術研究所、および東京工業大学とタッグを組んで研究を行った。当研究グループは2006年度から3カ年に亘り、(独)鉄道運輸機構、“運輸分野における基礎的研究推進制度”の競争的研究資金を獲得した。これを機に装置のシグナル／ノイズ比の向上や欠陥検出アルゴリズムの構築、自動スキニング機構の導入などを行うことで、研究はさらに進んだ(レーザークロスNo.237、No.249)。

■車載型レーザー検査装置

さらに、当研究グループは実用化を目指してレーザー検査装置を新幹線トンネル内に持ち込み実コンクリート欠陥検査実験を行った(レーザークロスNo.261、No.273、No.291)。実験当初は、トンネル内のディーゼル機関車による騒音や、振動により欠陥検査を行うことができなかったが、耐騒音・耐振動性能を有するクリーンルームを構築して、その中にレーザー装置を設置することで欠陥検出を行うことが可能となった。現

次ページへつづく▶

は実用化に向けて、さらに小型化、汎用化を目指して研究を行っている。

■今後の展望

当研究所のレーザー振動計測技術はコンクリートをはじめとして、金属、アモルファス、生体、気体・液体等あらゆる物質を対象として研究を進めている。コンク

リート関係ではレーザー超音波法を用いてひび割れ深さや進展方向の検出を行っている。さらに、レーザー差動干渉法など新しい手法を導入して高架橋検査にも応用を広げていく。また、2D振動イメージングの研究も行っている。今後、これらの技術が社会インフラの検査に役立つことを信じて研究を進めている。

セリンヒドロキシ転移酵素の光効果

レーザーバイオ化学研究チーム 谷口誠治、コスロービアンハイク

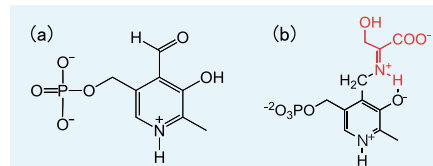
■はじめに

マラリアは現状で有効なワクチンが存在せず、新たな治療薬の開発が急がれる。開発指針の一つに感染源であるマラリア原虫の機能阻害効果を狙うものがあり、その候補に挙げられるのがセリンヒドロキシ転移酵素(SHMT)である。SHMTは蛋白質内にピリドキサルリン酸(PLP)を内包し、テトラヒドロ葉酸を補酵素に暗条件でアミノ酸(セリン)の一炭素代謝を行う(図1)が、PLPを持つ酵素の一部には紫外光照射による触媒活性の増大効果があることから、PLPを持つSHMTの光効果にも興味注がれる。本稿では、fs~ps領域での時間分解蛍光計測法を用いてマラリア原虫由来のSHMTの光効果について検討した結果を報告する。

■SHMTの蛍光ダイナミクス

SHMT内のPLPは生体内でビタミンB6が補酵素形に変換された分子(図2(a))で、400nm付近の青色光励起により510nm付近に蛍光を示す。本研究では熱帯熱マラリア原虫および三日熱マラリア原虫由来のSHMT(それぞれPfSHMT、PvSHMTと略記)を用い、時間分解蛍光計測法(励起波長410nm)によりそれらの蛍光ダイナミクスを計測した。その結果、PfSHMT、PvSHMT共に寿命約150ps(前指数因子比0.7)、1ns(0.3)の2成分指数関数での蛍光減衰を示し、原虫の種類による挙動の変化は見られなかった。一方、PLPのみでは水溶液中で蛍光寿命約3psと150psの2成分減衰を示し

た。このことから、PLPは蛋白質内において溶液中と同様の光過程を示すものの、アミノ酸残基



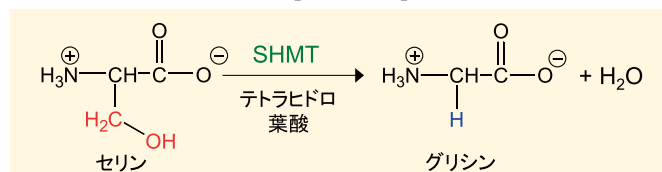
【図2】(a)PLP、(b)PLP-セリン結合体(シッフ塩基)

との相互作用によりエネルギー安定化が起こり、各状態の寿命が増大するものと考えられる。次にSHMTに反応体であるセリンを添加した場合の変化について検討した。PLPは酵素反応の初期段階で代謝を行うアミノ酸と結合して反応中間体(シッフ塩基、図2(b))を形成する。計測の結果、PvSHMTでは寿命30psおよび600ps、PfSHMTでは寿命70psおよび800psの2成分減衰を示し、SHMTのみの場合に比べて寿命は低下し、さらにSHMT間でも顕著な差が見られた。これらの結果は、光励起により中間体の反応活性が増大する可能性があること、また生体種によりSHMTの光活性が異なることを示している。今後、セリンの光学異性体やグリシン等種々のアミノ酸を用いた研究やヒト由来のSHMTとの比較を行うことにより、SHMTの光効果の詳細を明らかとしていくとともに、製薬分野等へ貢献することを目標に研究を進めていく。

本研究で用いた試料はMahidol大学(タイ)のC.Pimchai教授より提供を受けた。またピコ秒領域の蛍光計測実験では関西学院大学玉井尚登教授の協力を得た。心より感謝致します。

参考文献

- 1) G. Y. Fraikin, et al, Photochem. Photobiol, 49, 475 (1989).



【図1】SHMTの酵素反応

レーザークロス創刊300号

レーザークロス編集代表 谷口誠治

■はじめに

レーザー応用技術の現状と将来動向、ならびに当研究所の成果を広く社会へ広報することを目的に創刊された本誌も、今号で300号を発刊する次第となりました。本稿では、主なバックナンバーをご紹介します。本誌の足跡をたどります。

■レーザークロスNo.1(1988, Apr.)

レーザークロス第1号は当研究所発足の半年後に刊行されました。表紙の写真は当研究所で開発した銅蒸気レーザーで、50W以上の出力が得られました(写真1上)。メイン記事は、当時ソ連のレベデフ物理学研究所所長であり、レーザーの原型メーザーを提唱したバゾフ(N. G. Basov)博士(写真1下)の特別記念講演をまとめたものでした。バゾフ博士は講演の中でレーザー核融合の実現可能性についても言及され、物理学的な困難さはなく、

技術的問題の解決により実用化は可能であるとまとめています。

■「光と蔭」第1回 (No.95)

山中千代衛所長のコラム「光と蔭」は1996年2月号からスタートしました。題名は「阪神淡路大地震1周年を迎えて」。震災から1年、人の意識、情報収集、物流の確保といった緊急時の対応に不可欠な要素を冷静に分析されています。連載も今回で190回を数え、毎号レーザー技術の現状のみなら



【写真1】(上)レーザークロスNo.1表紙写真、(下)バゾフ博士と山中所長

山中千代衛



チェリャビンスクに隕石落下

2月15日ウラル山脈の東側、ロシア中部のチェリャビンスクに隕石が落下した。NASAの報告によると今回の隕石の大気圏突入前の重量は約1万

トン、直径約17メートルとある。この時の放出エネルギーは広島型原爆の30倍以上500キロトンと推定されている。チェバルクリ湖には直径8メートルの氷の穴が残されており、付近には破片が落ちている。落下時には隕石爆発により衝撃波が発生し、建物が壊れ、窓ガラスが割れるなどの被害が半径約100キロの地域に及び、1000人が負傷したと報じられている。車のダッシュボードに取り付けられた車載カメラからの映像がネットの動画サイトに流され、隕石の大気圏突入と爆発の珍しい様子が明かされた。今のロシアはグラスノスチが進み、すべてオープンのような。ロシアの陸地面積は約1700万平方キロと世界第1位、全世界の陸地の約12%を占めるから確率的には隕石落下が比較的多いことになる。

チェリャビンスクと言えば、ソ連時代は閉鎖都市で1950年代に爆発事故を起こした核燃料製造・再処理施設がある。1979年ドブナで開催された「プラズマ中の非線形現象に関するワークショップ」に参加した時、11月だったがモスクワの飛行場が霧で閉鎖になり、乗っていたアエロフロート機はここチェリャビンスクに夜間不時着した。まわりは真っ暗で雪の中手荷物を持ってホテルまで歩かされたことを覚えている。

ペレストロイカを唱えたゴルバチョフ以前の秘密のベールに覆われたソビエトロシアとグラスノスチの進んだ今のロシアとの落差を感じさせられる感が深い。それでも「飛行機の墜落」とか「ミサイル飛来」など様々な憶測におびえ、市民は大混乱に陥ったという。

世の中は不断に天変地異に脅かされる。せめて人間同士は互いに平和で共存、共助するよう努めるべしと思わせられる事件であった。

【名誉所長】

ず、社会の様々な出来事に対しても山中先生ならではの視点から議論を展開されています。

■レーザークロスNo.100 (1996, Jul.)

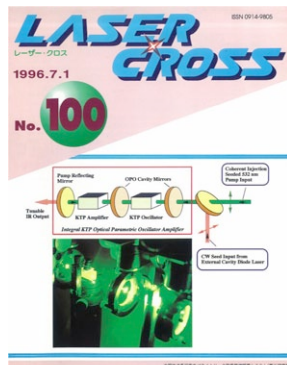
節目となるレーザークロス100号(写真2左)の巻頭記事は、当研究所の共同研究員であった山中正宜光産業創成大学院大学教授に執筆頂いた、全固体型の光パラメトリック発振器増幅器の開発に関する記事です。ウラン濃縮への適用を目指して開発されました。当時レーザーの波長変換には色素溶液等を用いる手法がまだ主流で、扱いの簡便な全固体型の波長変換-増幅システムは画期的なものでした。

■レーザークロスNo.157(2001, Apr.)

この頃には本誌のデザインもほぼ現在のものに落ち着きました(写真2中)。巻頭記事は、島田義則主任研究員によるレーザー誘雷技術の報告です。ハイブリッド方式を用いた長尺プラズマ発生実験と野外で使用する高出力ガラスレーザーの開発についてまとめています。この研究で得たレーザー遠隔操作技術は、レーザーによるトンネル探傷等、現在の研究にも多く生かされています。

■レーザークロスNo.201(2004, Dec.)

巻頭記事は藤田雅之主任研究員によるフェムト秒レーザー加工技術の研究報告(写真2右)です。フェムト秒レーザーは周辺部だけでなく加工内部においても熱的影響がなく微細加工に非常に有利であることを、金属や半導体等様々な材料の実験により明らかとして



【写真2】(左)No.100表紙、(中)No.157表紙、(右)No.201表紙

います。当研究所の主要プロジェクトであるレーザー加工技術は、現在MEMS(集積デバイス)やCFRP(炭素繊維強化プラスチック)等、具体的な応用先をターゲットに開発を進めています。

■レーザークロス400号にむけて

ここでご紹介した研究の他にも、当研究所では高出力レーザー開発、ビーム結合技術、高性能光学素子技術、ライダーなどを利用した微量成分分析技術、レーザープラズマ応用、テラヘルツ波応用、生体高分子研究等、様々なレーザー応用技術の開発を進めています。本誌では、今後もこれらの研究で得た最新の成果を報告するとともに、学会報告等を通じてレーザー技術の世界的な動向についてもお知らせしていく所存です。今後も本誌をよろしくお願い致します。

※本誌のバックナンバー(No.154～)は当研究所ホームページ(<http://www.ilt.or.jp/>)からダウンロードできます。

主な学会等報告予定

- 3月26日(火)～29日(金) 物理学会第68回年次大会 (広島大学)
砂原 淳 「高速点火レーザー核融合におけるイオン加熱」
- 3月27日(水)～30日(土) 第60回応用物理学学会春季学術講演会 (神奈川工科大学)
柴川 智弘「レーザーラマン分光法による変圧器油中アセチレン分析」
古河 裕之「レーザーピーニングにおける多次元効果等の評価」
古瀬 裕章「Yb:YAGセラミックスの熱伝導率のドーブ濃度および温度依存性」
コスロービアン ハイイク 「kW級コンポジットセラミックスシンディスクレーザー開発におけるビーム特性に関する研究」
砂原 淳 「レーザー照射されたスズドロップレットの挙動」
- 3月28日(木)～29日(金) ドームふじアイスコアに関する研究集会(国立極地研究所)
櫻井 俊光「氷床内における塩微粒子に関する研究」
- 4月23日(火)～25日(木) International Conference on Laser Applications to Nuclear Engineering (パシフィコ横浜)
李 大治 「Dispose of nuclear waste with Laser-Compton scattering gamma ray」
- 4月23日(火)～25日(木) International Symposium on Laser Processing for CFRP and Composite Materials 2013 (パシフィコ横浜)
藤田 雅之「Micromachining of CFRP with ultra-short laser pulses」
- 4月24日(水)～26日(金) レーザーEXPO レーザー特別セミナー(パシフィコ横浜)
藤田 雅之「世界の産業用レーザーとレーザー加工技術の動向」