

CONTENTS

- レーザーを用いた碍子表面塩分密度計測装置の開発
- レーザーセラミックスシンポジウム(LCS 2013)報告
- 【光と藤】STAP細胞について
- 主な学会等報告予定

【表紙図】ハンドホールド型計測装置による碍子付着塩分計測の様子



レーザーを用いた 碍子表面塩分密度計測装置の開発

レーザー計測研究チーム 谷口誠治、島田義則

レーザー技術開発室 本越伸二

■はじめに

変電所、送電線、配電線に使用される碍子表面に付着する塩分は碍子の絶縁不良の主要因であるため、定期的にその付着量を計測し、一定量を越えた場合には洗浄を行う必要がある。従来の計測手法には筆洗(ふであらい)法などがあるが、この手法は蒸留水で付着塩分を完全に洗い流すのに熟練が必要で、時間もかかるという課題がある。当研究所では、レーザー計測法を用いて碍子を損傷させずに付着塩分量の計測を行う新手法、および実用的な計測装置の開発を目標に研究を進め、2種のパルスレーザーを組み合わせた手法(ダブルパルス方式)を開発するとともに、可搬型の計測装置を作製して碍子表面の塩分密度を比較的高精度で計測することに成功した(Laser Cross No.303 (2013 Jun.))。本稿では、より簡便で迅速な計測を可能とするためハンドホールド型の装置を新たに製作し、曝露碍子の塩分計測実験によりその性能評価を行った結果について報告する。

■ハンドホールド型計測装置

計測装置の概念図を図1(a)に示す。小型のNd:YAGレーザー(マイクロチップレーザー)をメインパルスレーザーに、自作した炭酸ガスレーザーをプレパルスレーザーに用いた。プレパルスレーザーを碍子表面に垂直に入射して付着塩分を飛翔させた後、発振のタイミングを制御したメインパルスレーザーを碍子表面の手前に焦点がくるように斜め方向から集光入射し、塩分中のナトリウムのD線(589nm)を発光させてそのピーク強度を小型分光器で計測する。今回作製した装置は、プレパルス光をファイバー伝送することにより炭酸ガスレーザーを計測ヘッド部から分離し、手持つことが可能な形状に改良したものである(ハンドホールド型(図1(b)))。これにより装置の操作性は大きく向上し、計測点1点あたりに要する時間を数秒にまで短縮できた。また、レーザー本体および電源部等の制御系をキャリーケース内に納めることで装置の運搬を容易にしたため、AC100Vの電源が確保できれば屋

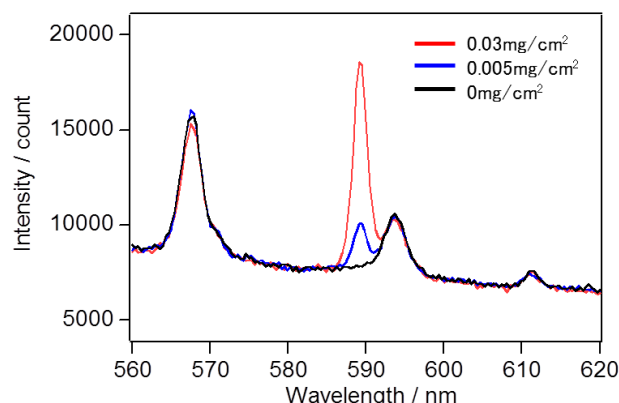
次ページへつづく▶

レーザーを用いた碇子表面塩分密度計測装置の開発

外での計測も基本的には可能である。本装置による模擬試料(ガラス板に一定量の塩分を付着させた試料)の計測例を図2に示す。塩分付着がない場合にはYAGレーザーによるエアープレークダウン光のみが観測されるが、塩分が付着していればNa D線の発光ピークが塩分密度に依存した形で明確に検知できる。

■曝露碇子の塩分密度計測

新たに製作した装置を用いて屋外で曝露した碇子(曝露碇子)の塩分密度計測を行い、その性能評価を行った。サンプルには曝露時期、期間がそれぞれ異なり、塩分付着量も異なる3つの曝露碇子を用いた。レーザー計測の場合、1度の測定で得られる密度値は碇子上のある1点に限られることから、曝露碇子全体の塩分密度を平均的に計測するため、碇子の裏面(ひだ)部分を6つの領域に分け、各領域で24点を選択し計144点の計測データを取得した。得られたデータは碇子の表面積を考慮した上で平均化し、碇子全体の塩分密度を示す値とした。計測点によってはNa D線のピークが得られない場合もみられたが、塩分は碇子上に不均一に(まばらに)付着していると考えられるため、それらの結果は計測点に塩分付着がないものとして平均値に含めた。曝露碇子全体の付着塩分密度は、レーザー計測後の碇子を用いて筆洗法により求めた。曝露碇子には塩分だけでなくさまざまな塩類が付着しているが、濃度計測にはNaイオンメーターを用いており、碇子上に付着したナトリウム塩濃度とD線のピーク強度を直接比較できる。両計測値を比較した結果を図3に示す。両計測値はほぼ比例関係にあるため、検量線を作成する



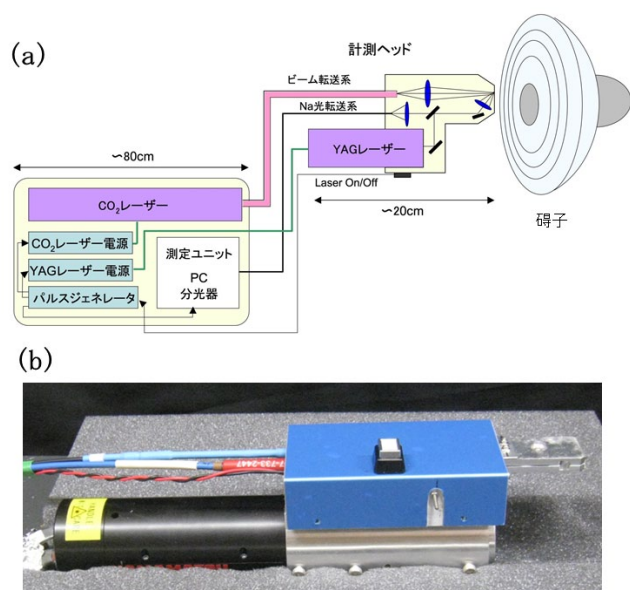
【図2】レーザー計測装置による付着塩分のナトリウムD線発光(589nm)の計測例、グラフ内赤線：塩分密度0.03mg/cm²(模擬試料)、青線：0.005mg/cm²(模擬試料)、黒線：塩分付着なし

ことにより付着塩分の計測が可能である。また測定可能域については、図3に示すように密度約0.002mg/cm²の付着塩分が検出できている。碇子洗浄が必要な密度は0.03mg/cm²であるため、本装置を用いれば少なくともその10分の1以下の低密度計測が可能となる。今後曝露碇子の計測サンプル数を増やし、さらに詳細に検討する予定である。

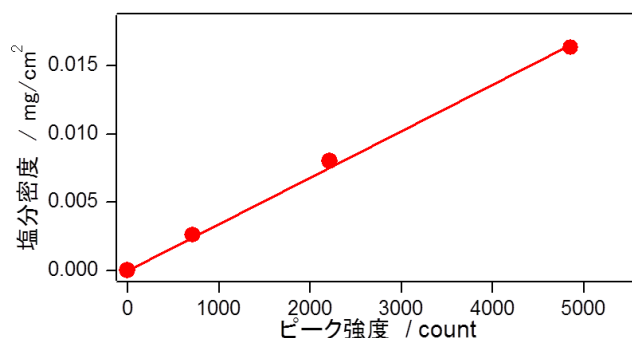
■まとめと今後

碇子付着塩分量計測の簡便化、迅速化を目指し、ヘッド部をハンディホールド型に改良したレーザー計測装置を自作して曝露碇子の塩分密度計測を行った。その結果、約0.002mg/cm²の低密度計測が可能であることがわかった。また本装置は計測に必要な面積が微小であるため、検査後も塩分付着の履歴がリセットされずトレンド管理が可能である、碇子の部位別の塩分密度や付着塩分の分布が計測できる等、従来法にない利点も持ち合わせており、今後も実用化に向け開発を進めていく。

本研究は関西電力からの受託研究により実施しました。ご協力いただいた方々に感謝いたします。



【図1】(a)ハンディホールド型レーザー塩分密度計測装置の概念図、(b)自作した計測ヘッド部の写真



【図3】レーザー計測による曝露碇子のNa D線ピーク強度の平均値と筆洗法により求めた付着塩分密度の比較

レーザーセラミックスシンポジウム(LCS 2013) 報告

副所長 中塚正大

◆LCS2013がテジョンにて開催

2013年12月2日～6日の5日間、韓国テジョン広域市にて標記国際集会在開催された。開催委員長はKAIST(韓国科学技術院)のKong HongJin教授、国際委員会は今までの開催委員長で構成されている。中心人物はロシアのProf. A. Kaminskiiと植田憲一教授、日本にとって誇らしい会議である。開催はすでに9回目で、前回までの開催地は欧州6回、中国1回、日本1回である。参加者は総勢70名あまり、発表は中国21、ロシア13、韓国10、日本9、米国4、ポーランド3、フランス2、ルーマニア2、シンガポール2、ウクライナ1で学生が10名程度いた。アジアが6割、ロシアとアジアで8割を占める。

総括的に印象深かったのは、何10もの研究組織が透明なセラミックス材料の製造を達成しているという点である。セラミックス材料としてYAGなど等方性のガーネット系以外に、各種の3価の酸化物がレーザーと

シンチレータ用として開発されている、日本の特許から逃げるための工夫はされているものの、いまだに企業化(市販化)には成功していないようである。中国の研究人口は多いが必ずしも一つの集団をなしておらず、会議中に中国人同士の厳しい議論が展開されていた。全体として製造法は、ゾルゲル法や共沈法の液相技術と酸化物原料の混合による固相技術の両方が同一研究機関で研究されているが、より簡便な固相法のほうが多い模様であった。日本の2大メーカーである神島化学(株)(液相法による製法)とWorld Lab(株)(日本企業、固相法による製法)の優位は変わっておらず、両社ともに共同研究を展開して世界のレーザーセラミックス開発の先頭に立っている。

70件近い報告のうち、材料開発47件、レーザー開発12件、関連技術7件と、この会議は材料研究者とレーザー研究者の国際的学際研究集団を組織している。優秀な発

山中千代衛



STAP細胞について

米国ハーバード大学のチャールズ バカンティ教授は2001年に極端な低酸素状態でも生き続ける胞子のような細胞があり、これは組織を再生させる

潜在力を持っているという論文を発表している。この教授の下に留学していた理研の小保方晴子さんが当時のテーマを持ち帰って、いわゆるSTAP細胞の作製法をNatureに発表した。論文の筆頭著者が小保方、最終著者がバカンティとなっている。

この論文はSTAP細胞の作製法を世に問うたもので、科学上のテーマとしてはこれから科学者の間で議論され、勿論追試も行われた上で成果が確立するというのが筋である。ところがマスコミの記者連中はワッとばかり彼女のことを「リケジョのスター」、「割烹着の研究者」とおだて上げ、まさに大発明が完成したかのように太鼓を打ち鳴らして大宣伝した。

ところがそのNature誌投稿論文にコピーアンドペーストがあるとなると言葉を尽くして罵りはじめた。そもそも最初に記事にする時に、その内容を正しく理解し、せめて幹細胞への期待がもてる発見だ、位の報道にするのが良識というものだろう。彼女を勝手にスターダムに上げておきながら、自ら全く反省することなく、急に正義の剣を振り回すという習性は、まさに「マスコミ」、かつて「新聞屋」という呼称で扱われた存在そのものではないか。

たしかに理研神戸センター長がこれを予算獲得のため利用しようとした気配は十分感じられる。その点は理研の研究管理体制のゆるみといわざるを得ない。それでもバカンティ教授が発見に自負心を持ち、異端視にも屈せずデータが誤りだという証拠がない以上、撤回すべきでないというのは科学者として重要な卓見である。

真の科学はこのようにして世間から異端視された発見から、現在の姿に成長してきたのである。科学は多数決で決まるものではない。

【名誉所長】

表の一部は国際的研究雑誌に紹介される予定である。この会議の特徴であろうか、会議の最初に前回開催代表者から前回LCS2012の総括紹介がありいままでの研究成果の現状も判るように工夫されている。

◆材料開発の進展状況

扱われたセラミック材料(主に発光素子、下線はファラデー素子、2重下線は過飽和吸収体)とドープアント(括弧内)を列挙する。YAG(Nd, Nd/Cr, Yb, Ho, Er, Er/Yb)、GGG(Nd, Cr)、TGG(Tb₃Ga₅O₁₂)、TAG(Ce)、LuAG(Lu₃Al₅O₁₂, Yb, Ho, Tm)、Y₂O₃(Ho, Yb, RE)、(La_xY_{1-x})₂O₃(Yb)、Lu₂O₃(Nd)、Al₂O₃(Ti, Cr, RE)、熱拡散法でZnSe(Cr³⁺)、ZnS/ZnSe(Cr²⁺)、異方性のものでFAP(Yb, Nd)、S-FAP(Yb)、シンチレータとしてYAG(Ce)、LuAG(Ce)、LYSO((Lu_{1-x}Y_x)₂SiO₂)や(Gd, Y)₂O₃(Eu³⁺)、BSO(Bi₄Si₃O₁₂, Ti⁴⁺)、spinelセラミックスのMgAl₂O₄(Ti)などがある。

ドープセラミックスとノンドープセラミックスの複合化や層構造コンポジット技術、ガラスクラッド付き単結晶YAGファイバー(35 μm径)やNd、YbレーザーのASE防止用YAG(Sm)なども報告された。World Labではイオン拡散技術で望ましい分布を持った活性イオン配置を得る工夫もあり、ファイバーレーザーへの展開が期待される。コンポジット接合面でのイオン拡散距離の制御について阪大から報告があった。

中韓共同研究で開発中であるHo/TmドープのLiYb(MoO₄)₂蛍光体は、975 nm励起によるTmからの475 nm、Hoからの545、660 nmによって白色光がtunableに発生可能であり、0.2%Ho/0.8%Tmで強い白色up-conversion出力が得られた。

◆レーザー開発

セラミックス材料を用いた大型レーザーの現状が報告された。阪大から、MOPAシステムが稼働し主増幅器はTRAM形式のthin disk/multi passで0.5 J、10 ns、10 Hzまで拡大されたとの報告があった。さらに彼らは2枚の透過型回折格子を再生共振器内に持つ20%Yb/YAG(30×30mm、200 μm厚さ) TRAM増幅システムで、0.6 nJ/1 psパルスを2 mJ/240 ps(10Hz)に増幅している。電通大でのセラミックレーザーの開発はよく知られているが、彼らは10%Yb/LuAG、

200 μm厚さのthin diskを用いて24pass励起系で出力101W(56%効率)を達成した。また10%Yb/Lu₂O₃ thin diskでは、300 μm厚さで出力45W(45%効率)が確認された。韓国KAERIは、12枚の0.8%Nd/YAG disk(58×40×7 mm)を用いた6.5 J/10 ns、10 Hzのレーザーシステムを構築している。また光州のAPRIでは、Ti-S超高強度CPAレーザーPULSERで2ビーム4PW(ペタワット)の出力を実現した。セラミック材料は用いていないが、この出力値は現在世界記録である。中国ではいまだ大型システム開発の計画はないようであった。

日中共同開発で300 μmコア、13 mm長さのガウス分布イオン0.3%Nd/YAGが開発された。ノンドープYAGでクラッドされており、0.94 μm発振で5W出力(励起17 W-LD)、LBO結晶による青色光(473nm)で3Wの出力を得ている。中国では、0.5%Er/5%Yb:YAG、5mmロッドを用いた1.6 μmのeye-safeレーザーが200 mW(8W励起)の出力を初めて達成した。

◆関連光学技術

NRLからmoth-eye構造による無反射処理の話題があり、セラミックスのバルクダメージは500 J/cm²、表面で240 J/cm²に達するが、通常のARコートでは10 J/cm²におちる。波長以下の表面構造をエッチングで構築する。YAGでの反射率は0.1%以下になる。ファイバーではこの表面処理によって750 J/cm²@19 ns、20 Hzを達成した。

高出力レーザー用のファラデー素子材料のセラミックス化も進んでいる。核融合研から実際にTGGセラミックスを高出力下で使用した例が報告された。現在では市販されているTGGセラミックスは単結晶と同等の特性を示している。1 μm波長レーザーで使用する数mmサイズの素子では2.7 kW入力でも消光比30dB以上で問題なく、700W入力での熱レンズは1m程度であった。数kWでは熱レンズの方が課題であろう。

◆次回開催はポーランドで

今回は今年の12月1日～5日にポーランド西部のヴロツワフ市で開催される。1702年からアカデミックな伝統があり、10数名のノーベル賞受賞者を輩出している都市だそうである。

主な学会等報告予定

4月22日(火)～25日(金) The 3rd Advanced Lasers and Photon Source(パシフィコ横浜)
ハイク コスロービアン 「Filled-aperture coherent beam combination technique using a single detector and SPGD algorithms」

4月22日(火)～24日(木) The 3rd Pacific-rim Laser Damage'14(パシフィコ横浜)
本越 伸二「Competition of LIDT for optical coatings in Japan (招待講演)」