

CONTENTS

太陽光励起レーザー特集
太陽光励起レーザーの水素生産への応用
ー酸化鉄還元実験
太陽光励起レーザー用Nd/Cr:YAG
セラミック材料の内部散乱計測
【光と蔭】“Think the Unthinkable!”
平成22年度研究成果報告会(ILT2011)
・泰山賞贈呈式挙行
■主な学会等報告予定

太陽光励起レーザー特集

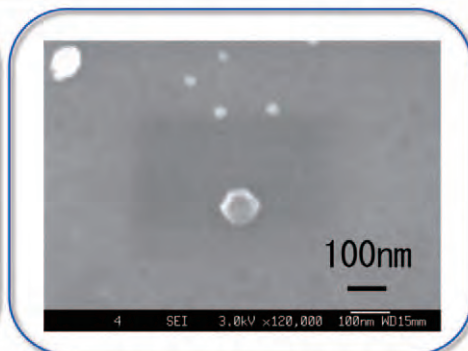
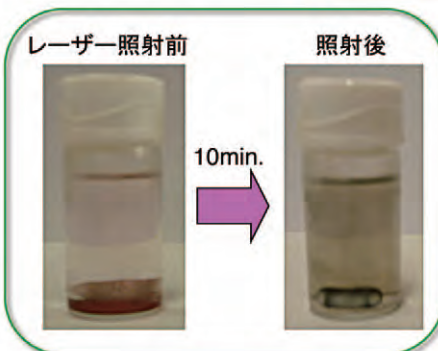
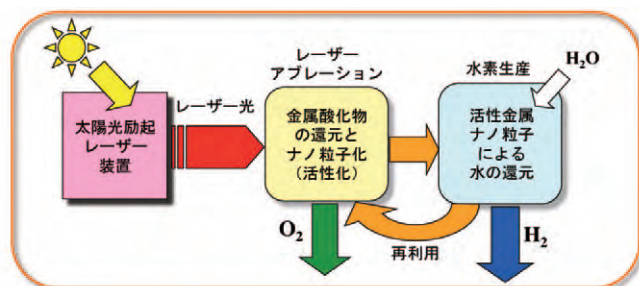
副所長 中塚正大

当研究所では数年以上前から太陽光励起固体レーザーの開発に注力してきた。JAXAの共同研究支援で、擬似太陽光励起で出力200W、効率30%超に達するアクティブミラー型の多段増幅器システムを完成させた。その後レーザー開発はJAXAの方針転換で当研究所のプロジェクト研究方式から外し、固体レーザー材料研究を継続するとともに、関西大学との共同研究で太陽光励起レーザー出力を水素生産に資する方式の探索研究に入った。本特集ではその後の研究成果を総括している。

太陽光励起レーザーの水素生産への応用 ー酸化鉄還元実験

レーザーバイオ化学チーム 谷口誠治

地上での太陽光励起レーザーの応用に関し、当研究所では再生可能エネルギー生産やその他を目的とし、主に酸化鉄等の金属酸化物を用いた金属ナノ粒子の生成実験を進めている。純粋な鉄は微粒子化すると水と反応し水素を生成することが知られる。このことから太陽光励起レーザーで酸化鉄を還元、微粒子化し水と反応させ水素を製造することで、太陽光をエネルギー源とする水素生産サイクル(図1)が可能となる。鉄を利用した水素生産システムに関する研究は国内外で行われており、太陽熱を応用した例も見られるが、この場合酸化鉄を直接太陽熱で溶融するため還元にかかり、加えて水素生産時に粉末状に粉碎(ミリング)する必要がある。我々の提案では、太陽光をパルスレーザーに変換して用いることにより太陽熱では到達できない5000℃以上の高温状態を瞬時に作り出すことで、金属酸化物の還元、微細化を一段階で行



【図1】太陽光励起レーザーをエネルギー源とする水素生産サイクル

【図2(左)】レーザー照射前の Fe_2O_3 粉末試料(左、赤色)と照射後の試料(右、 FeO に還元され黒色化したもの、一部はナノ粒子化し溶液中に浮遊している)

【図3(右)】レーザー照射後の酸化鉄試料のSEM画像

次ページへつづく▶

うことが可能となる。

これに関連し、我々は液相レーザーアブレーション法(レーザークロスNo.277を参照)により、粒径約 $45\mu\text{m}$ の粉末状三酸化鉄(Fe_2O_3)を還元、ナノ粒子化する実験を行った。レーザー光源としてナノ秒パルスYAGレーザー(波長1064nm、パルス幅8ns、強度110mJ/pulse、繰り返し10Hz)を用い、アセトン溶媒中に粉末状の三酸化鉄を加え、アルゴン置換後密閉してスターラーにより攪拌しながらレーザーを照射した。その結果、三酸化鉄は微細化し、更に試料の色は赤色から黒色に変化した(図2)。照射後の試料を回収し、電子顕微鏡(SEM)

による粒径観測を行ったところ、20nm~200nm付近の粒子が観測され(図3)、レーザー照射による三酸化鉄のナノ粒子化が起こることが分かった。またEPMA(電子線マイクロアナライザ)による組成分析では、試料の組成はFe:Oが約1:1(化学量論比)となり酸化数が低下、つまり三酸化鉄の還元反応も同時に起こることが明らかとなった。一方、観測に用いた試料は溶液から取り出す際に空気と接触して表面酸化されている可能性があるため、還元により鉄(Fe)が生成しているかどうかは明確ではなく、今後透過型電子顕微鏡(TEM)の測定等を含め更に検討を行う予定である。

太陽光励起レーザー用Nd/Cr:YAGセラミック材料の内部散乱計測

レーザー技術開発室 本越伸二

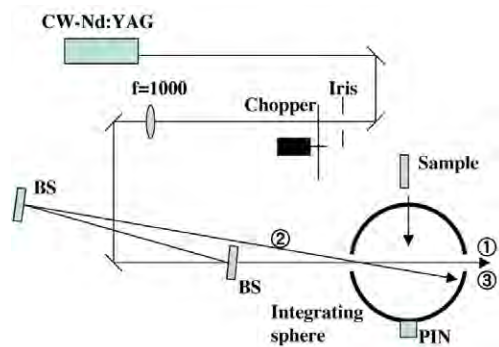
透光性セラミック技術の大幅な進展によって太陽光励起レーザーの高効率動作が実現した。しかし、セラミック材料は微小な結晶材料の集まりであり、結晶と結晶の境界に起因する反射、散乱は材料の品質、レーザー装置の性能に大きく影響を及ぼす。この散乱の大きさは、セラミック材料の製造過程や添加材料、添加濃度などに大きく依存する。

ファイバや十分な大きさを持つバルク材料では透過損失の計測により容易に散乱量を求める事ができるが、セラミック製造条件を最適化するためには、大きな材料を製作する前に、小片で内部散乱が計測できることが望まれている。

●積分球による内部散乱計測

光学材料の表面および内部散乱を計測する手法としては、透過損失計測、散乱分布計測、積分球計測、そして目視観測が実施されている。しかし、これらの計測は数cm以上の材料を前提にしている。厚さ1mm程度の小片材料内の散乱を計測する上で一番の問題は、材料表面の散乱との分離である。特に、YAG材料のような屈折率の高い材料においては、光学研磨された表面ですら、表面散乱が大きく、厚さの薄い材料の内部散乱と分離することが難しい。

我々は表面散乱成分を分離するために、既知の内部散乱係数(0.1%/cm)を持つYAG結晶を参照材料とし、

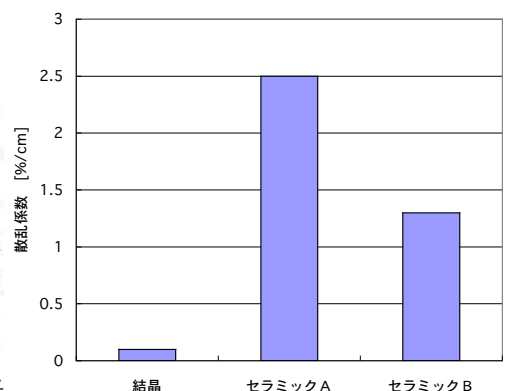


【図1】積分球による小片材料の散乱計測光路配置図

料の内部散乱測定を試みた。表面散乱を同じとするために、参照用YAG結晶と、測定試料を同時に光学研磨した。測定配置図を図1に示す。Nd/Cr:YAGセラミックス材料は、可視域に広い吸収帯を持ち、通常の可視光源は使用できないため、測定光としてNd:YAGレーザー(波長1064nm)の連続光を用いた。出力されたレーザー光は、焦点距離1000mmのレンズを用いて、積分球の出射開口部に集光する。これは、レーザー光の広がり成分が積分球内に閉じ込められることを避けるためである。内部散乱係数は、試料がない状態で積分球を通過した時の大気散乱をバックグラウンド(光路1)、ビームスプリッタ2面の反射光を積分球に閉じ込めた時の光(光路2)を0.12%とし、試料を挿入したとき(光路3)の信号を計測することにより求める事ができる。

●内部散乱測定結果と今後の課題

異なった条件で製造したセラミック材料の内部散乱の測定結果を図2に示す。参照用YAG結晶の内部散乱係数を0.1%/cmとした場合、セラミック材料の内部散乱



【図2】セラミック材料内部散乱測定結果

係数は、それぞれ2.5%/cm、1.3%/cmであり、結晶材料の10倍以上大きいことが判った。この結果は、製造条件との相関を調べることで、より高品質なセラミック材料の製造に繋げることができる。この方法では表面状態が同じで内部散乱が既知の参照材料との比較によ

り内部散乱係数を求めたが、今後は表面状態に関わらず内部散乱の絶対値測定が可能になる測定装置開発を進めていきたい。

本研究は、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)からの委託により実施された。

平成22年度研究成果報告会(ILT2011) ・泰山賞贈呈式挙行

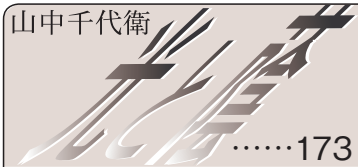
■大阪・東京にてレーザー技術の最新成果を報告

当研究所では毎年7月に前年度の研究成果報告会を開催している。今年は7月5日(火)に大阪・千里ライフサイエンスセンター、7月12日(火)に東京・メルパルク東京にて開催し、「軽量アルミ合金の低摩擦加工」、「レーザーコンクリート劣化検査」、「全反射アクティブミラー増幅器の熱解析」などの最新の研究成果の報告やポスター発表(大阪会場)を行った。大阪会場では、特



【写真1】ILT2011報告会の様子

山中千代衛



“Think the Unthinkable!”

危機管理にはリーダーたるもの「想像出来ないことを想像し、対応を準備する」が心得の第一条である。3・11の東日本大震災とそれに繋がる東京電力福島第一原子力発電所の過酷な事故はメルトダウンと水素爆発と周辺の放射能汚染を引き起こし、わが国の危機管理の弱体振りを遺憾なく露呈してしまった。

津波の高さが想定外であり、全電源喪失が想定外であり、メルトダウンが想定外で、水素爆発も想定外、現地住民の追い込まれた窮状はまことに想像を絶している。この苦難は放射能の半減期に伴う長年月の継続を余儀なくされる。想定外という思考停止の限度をきめた国の責任が問われる。原子力安全委員会が全電源喪失は考慮する必要なしと定めていた。驕りが見え哲学がなさすぎるの一言だ。

このような想像を絶する災害に遭遇しても互いに助け合う被災地の人達、命を賭して立ち向かう自衛隊員、警察、消防、現場の電力関係者の努力は世界各国の賞賛の的である。

まさに日本の強みが発現されたと言えるのである。わが国は先の戦争でもそうであった。いわゆるヒラの兵士の懸命の努力は幾多の戦場に於いて発揮され、窮状を救ってきた。今回の大震災でもやはりヒラのその力は十二分に実証された。

しかしリーダーは一向にサエないのである。これまた前大戦においても如実になった事実である。真のリーダー不在は残念ながらわが日本国の宿病なのか。今回の事態に直面し国の基本が揺らいでいる。中空の権力構造という長年の弊風が先の敗戦を招来し、今回の震災に際しても右往左往の原因になっている。

すべての結果責任を自ら担う資格を持つ中心的リーダーが必要だ。リーダーにはヒラにとってはthe unthinkableでもthink出来る能力が求められる。過去70年に2回も破局を迎えた国の経験を踏まえ、新しい日本を築くため自らの政策を携え責任を果たす人物の出現が切に望まれる。まことに中空の権力構造が和の源泉だったのだろうか。権力の中心は空洞でとりまきが相談の上物事を決めるのではグローバル化に対抗できない。

企業では外国人の社長もいるが、新生日本のリーダーだけは日本人であってほしいものだ。

【研究名誉所長】



【写真2】ポスター発表(大阪会場)

別講演として技術研究組合次世代レーザー加工研究所理事長・中井貞雄氏に「光・レーザー技術による新産業創成」というテーマでご講演をいただいた。両会場とも70名以上のご参加があり、熱心なご質問やご意見を頂いた。

■レーザー発明50周年記念「泰山賞」贈呈式を挙

今年で第3回目を迎えた「泰山賞」の贈呈式を研究成果報告会の東京会場で行った。レーザー科学技術分野で永年に亘り顕著な功績を上げ多大な貢献を果たされた個人を対象とするレーザー功績賞と、レーザーに関する科学技術とその応用分野で優れた業績をあげられた個人またはグループを表彰するレーザー進歩賞には

次の方々が選ばれ、賞状および副賞を贈呈した。

【レーザー功績賞】

大阪大学名誉教授 山中 千代衛 氏

＜受賞理由＞ 大出力レーザーと慣性核融合の先導的研究ならびにレーザー学会創立等による永年の科学技術への顕著な貢献

【レーザー進歩賞】

電気通信大学 レーザー新世代研究センター

センター長・教授 植田 憲一 氏

＜受賞理由＞ 稀ガス・ファイバー・セラミックスレーザーの高出力化開発とその応用に関する研究



【写真3(右)】「泰山賞」贈呈式(左から、井澤靖和所長、山中千代衛氏、植田憲一氏、中塚正大副所長)

主な学会等報告予定

- | | |
|------------------|---|
| 8月22日(月)～26日(金) | 33rd Free Electron Laser Conference(中国・上海)
李 大治 「Improvement of Smith-Purcell Free-electron laser」 |
| 8月29日(月)～9月2日(金) | 第72回応用物理学会学術講演会(山形大学小白川キャンパス)
染川 智弘「海水溶存二酸化炭素の遠隔計測に向けたラマンライダーの開発2」
古瀬 裕章「低温冷却Yb:YAG TRAMレーザーの増幅特性」 |
| 9月4日(日)～9日(金) | GLOBAL2011(名古屋国際会議場)
今崎 一夫「New Laser Fusion Method by Intense Laser」
李 大治 「Gamma ray generation for nuclear transmutation」 |
| 9月5日(月)～9日(金) | MULTIMAT2011(フランス・ボルドー)
砂原 淳 「Multi-material Simulation of Laser-produced Plasmas by Smoothed Particle Hydrodynamics」 |
| 9月6日(火)～8日(木) | 2011年光化学討論会(宮崎市河畔コンベンションセンター)
ハイク・コスロービアン「セリンヒドロキシメチル転移酵素(SHMT)の超高速蛍光ダイナミクス」
谷口 誠治「sub-10fsポンプ・プローブ計測による光活性黄色蛋白質(PYP)の光初期異性化ダイナミクス」 |
| 9月7日(水)～9日(金) | 土木学会全国大会(愛媛大学)
オレグ・コチャエフ 「レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート欠陥探傷技術の検討・開発 -(1)レーザーリモートセンシング装置の概要」 |
| 9月7日(水)～9日(金) | レーザセンシングシンポジウム(石川・和倉温泉)
島田 義則「レーザーリモートセンシングによるコンクリート欠陥検出装置の開発」
染川 智弘「海水溶存二酸化炭素の遠隔計測に向けたラマンライダーの開発」 |
| 9月7日(水)～9日(金) | 電気学会C部門大会(富山大学)
島田 義則「レーザーリモートセンシングによるコンクリート欠陥検出装置の開発」 |
| 9月12日(月)～16日(木) | IFSA2011(フランス・ボルドー)
砂原 淳 「DESIGN OF A CONE TARGET IN FAST IGNITION SCHEME」 |
| 9月18日(日)～21日(水) | Laser Damage Symposium 2011(アメリカ・コロラド州)
本越 伸二「Database on damage thresholds by picoseconds laser pulse for 1064-nm HR and AR coatings」 |
| 9月19日(月)～22日(木) | SPIE Remote Sensing(チェコ・プラハ)
染川 智弘「Development of white light polarization lidar system」 |