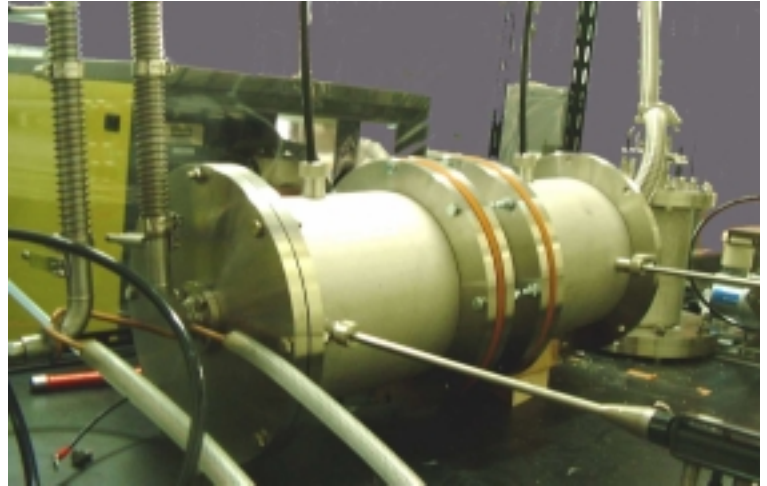


CONTENTS

- 非平衡プラズマによるディーゼルエンジン排気処理技術
- 第13回「超高速現象」に関する国際会議
- 「UP'02」に参加して
- 『光と蔭』レーザー総研創立15周年記念事業について
- 15周年記念行事のご案内
- 元当研究所出向研究員学位取得



【写真】非平衡プラズマによる排ガス処理装置

非平衡プラズマによるディーゼルエンジン排気処理技術

レーザービーム伝送チーム 研究員 島田義則

ディーゼル車の排ガス規制

大都市圏においてNO_x(窒素酸化物)による大気汚染源の50%近くはディーゼル車が占めており、大型の処理施設がおける工場などの汚染源に比べ総排出量が多い。また、ディーゼルエンジンから放出される排ガス(窒素酸化物 NO_x)、硫黄酸化物 SO_xは大気汚染の元凶である。最近では、ディーゼル車の排ガス規制が一段と厳しくなっており、これらの削減が課題である。

ガソリン車では排ガス処理に三元触媒を用い、NO_x(窒素酸化物)の排出量はディーゼル車の三分の一ほどに抑えられている。しかし、ディーゼル車では排ガス中に含まれる酸素の量が多いことや、排ガスの温度が低いこと、並びにPM(粒子状物質)が触媒の目詰まりを引き起こすなどの理由により、三元触媒を用いることができず、効果的な排ガス処理技術がなく、一刻も早い車載可能な排ガス処理技術の確立が必要である。

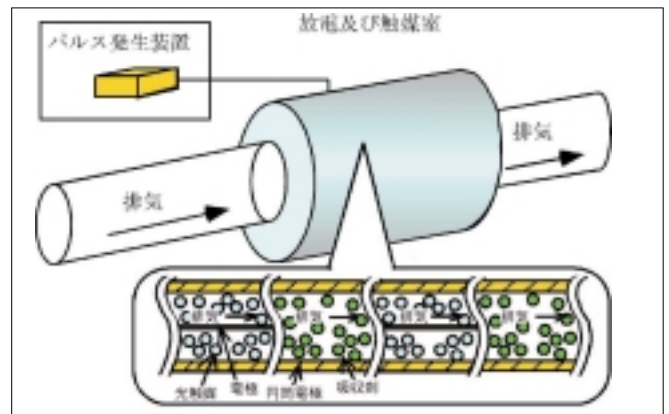
非平衡プラズマによる処理

NO_x処理の方法として、非平衡プラズマを用いた技術の研究が盛んに行われている。この方法は、パルス電源などにより短時間の放電をおこし、その電子によりラジカル物質を発生させて処理を行うものである。非熱平衡プラズマは、短パルス電圧印加によりイオンや中性分子が加熱されることがないのでエネルギー効率が非常に高いことが特徴である。非平衡プラズマを使った処理方法は、触媒と違って、電力が必要なことなど短所はあるものの、除去率が高く、エンジン始動時や渋滞時などの排ガス温度が低い場合でも動作可能であるなどの利点を持つ。

ディーゼルエンジンの排ガスに含まれるNO_x(窒素酸化物)の大部分はNO(一酸化窒素)である。この研究では、NO(一酸化窒素)を、非平衡プラズマを用いることによりNO₂(二酸化窒素)に酸化させ、そのNO₂を、NaOHを担持させた固体の吸収剤に処理させる二段階プロセスによる除去方式を行った(図1)。

短パルス電源には立ち上がり50ns、パルス幅1μsの急峻な電圧

を用いた。また、印加電圧は50%フラッシュオーバー電圧の150~200%の過電圧印加を行った。この状態ではRunaway電子と呼ばれるエネルギー10eVを超える高速電子が多数出現し、この電子によ



【図1】多段処理装置(放電チャンバー、吸収材対)

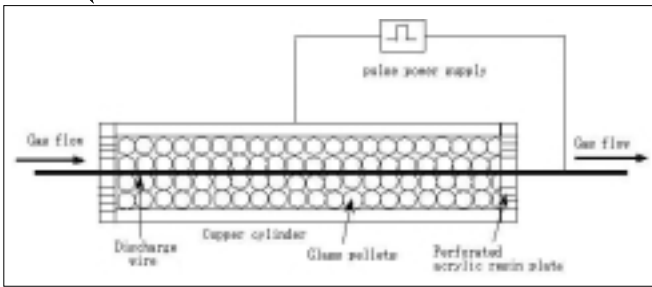
りラジカル粒子が多く生成され効率が向上する。

非平衡プラズマ装置

使用した電極形状は同心円筒電極で、そのギャップ間に誘電体を挿入した充填層パルスストリーマー放電形式を用いた(図2)。ディーゼルエンジンの排ガスには水蒸気が含まれる。この水蒸気は放電状態を不安定にさせる働きがある。直流電圧や交流電圧での実験では水蒸気の有無が大きく影響し除去率は低下するが、短パルス電圧印加では、水蒸気濃度に影響されない利点がある。

放電ギャップ内の充填材に必要な特性は、沿面放電が生じやすく、比誘電率が高い物質が必要である。比誘電率が高い物質はその表面に電荷を蓄積しやすく、沿面放電も生じ易い性質を有する。また、ギャップ間の電界を高く出来るため、非平衡プラズマ

次ページへつづく▶



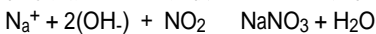
【図2】充填層パルスストリーマー放電型リアクター

処理には有効である。このため、比誘電率が高いチタン酸バリウムを用いた。比誘電率が高い物質を使うと、低い印加電圧でNOが酸化され、電源装置の小型化に繋がるメリットがある。

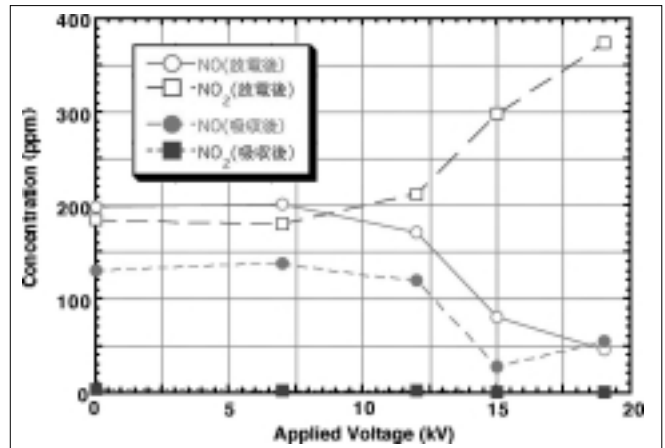
固体吸収材

排ガス温度が低い状態では触媒を使った除去装置では効率が悪いことが挙げられる。本実験では、NOをNO₂に酸化した時点で吸収材NO₂を吸収させる実験を行った。実験ではポーラス(多孔)状の固体(ゼオライト、シリカゲルや活性アルミナ)に化学物質を担持させた。ポーラス状の固体物質の表面には無数の孔穴があるため実効的な表面積は実際に見える表面積の数千万倍から数百万倍にのぼる。例として、3mm シリカゲルの表面積は4×10⁻⁸ m²程度であるが、実効的な表面積はその75万倍の20m²/g表面積を持つ。この物質にNaOH(水酸化ナトリウム)を担持させ、そこで、下記に示す化学反応を起こさせることにより二酸化窒素を吸収させた。

化学反応による吸収プロセスを以下に示す。



ゼオライト多孔質表面でNaとOHがイオン化し、そこにNO₂が接触することにより上記の化学反応が進行する。



【図3】非平衡プラズマによる二酸化窒素の生成とゼオライト吸収材による吸収曲線

吸収材を通過する前後におけるNO₂濃度の変化を図3に示す。放電直後(プラズマリアクターを取り抜けた直後)において、印加電圧の上昇に伴い、NOは酸化され、NO₂濃度が増加する。一方、吸収材を通過後は、NO₂は90%以上の吸収される。

二酸化硫黄(SO₂)も固体吸収材で吸収することが可能であり、本実験では80%以上の除去率を得た。

今後の方向性

この装置はディーゼルエンジンの排気配管部分に装着し使用する。このため、装着可能な大きさ(一辺が30cm程度)に小型化することや、消費電力を抑えるなどの課題を今後クリアーして、実用化を目指したい。

また、将来的にはPM(浮遊状物質、すす)処理を含めたNO_x、SO_x、PM同時処理技術をめざす。



第13回「超高速現象」に関する国際会議「UP'02」に参加して

レーザーバイオ科学研究チーム ハイク・コスロービアン

はじめに

去る5月12~17日に開催された「超高速科学および技術の研究に関する国際会議Ultrafast Phenomena 2002 International Conference (UP'02)」に参加した。今回の開催地はバンクーバー(カナダ)で、第13回目の開催となる。この会議は、超短パルス発生とそれらを用いた応用分野における最新の研究が報告され、議論が行われる主要な国際フォーラムとして広く認識されている。今回は、上述した研究分野に興味を持つ多数の研究グループが実に20以上の国から集結した。参加者は約250名であり、300以上の講演申込の中から採用された208件の研究報告が行われた(他は不採用)。15件の招待講演、86件の口頭発表、そして112件のポスター発表があった。国別の発表件数では、アメリカ(85件)、ドイツ(53件)から半数以上を占め、それに日本(15件)、カナダ(13件)が続く形となった。

超短パルス発生技術の進展状況

過去に行われた会議では、その都度目玉とも言うべき急速に進展を遂げる分野があった。今回はアト秒(10⁻¹⁸秒)パルス発生技術の進展がそれに当たると思われる。この技術はつい数年前までは

夢の領域であった。読者には、筆者が4年前に報告したこの会議(UP'98)についての記事(レーザークロス No.127, 1998年10月を参照)を思い出していただきたい。その記事で、筆者は「・・・極短パルス発生分野の新しい業績は多かったが、アト秒パルス発生のような壮観な結果を期待した人々には、目を見張るべき結果はなかった。これまで達成された最も短いパルス持続幅は4フェムト秒である。」と記した。それから僅か4年の年月でアト秒パルスの発生が現実のものとなったのである。

P. Agostin(Centre d'Etudes de Saclay、フランス)からは、アト秒(as)幅のXUVパルス発生についての報告があった。彼らはネオンまたはアルゴンガスジェットによる高調波発生技術(HHG)を用い、250asのパルス列発生を達成した。この実験では、波長800nm、幅40fs、繰り返し1KHzのレーザーが使用された。一方7fsパルスを用いた実験では、幅600asのシングルパルスの発生に成功してい



る。また、F.Quereら(Steacie Institute for Molecular Sciences、カナダ)は、シングルアト秒パルスの完全なキャラクタリゼーションのための新しい方法について報告した。原理は以下のようなものである。アト秒パルスは非常に広い波長領域を持ち、その中のX-線成分によりターゲット原子がイオン化され光電子が放出されるが、高強度のレーザー光場下で急激に変化する電場により進行方向が「曲がる」。その光電子の角度分布やエネルギーを計測することにより、アト秒パルスの時間幅とチャープについての情報が得られる事となる。この観測法はストリーク方式と類似しており、「アト秒ストリークカメラ」と呼ばれる。

超短パルスを用いた生体試料の観測

蛋白質やDNA、細胞等の生体試料の超短パルスを用いた観測についての研究報告が益々増加している点にも注目される。4年前の会議(UP'98)と比較すると、超短パルスによる生体試料の直接観測に関する報告は2倍に増加し、発表全体の15%を占めるまでになった。この状況は筆者にもうなずけるものがある。なぜなら、フェムト秒パルスはナノ秒パルスやCW光に比べ高い強度を持つにもかかわらず、熱による効果が少ないため生体試料に対してより「やさしい」条件での光照射が可能となるためである。以下にこれらに関連した研究発表の内容について簡単に述べる。

F.Schotteら(NIH、アメリカ)は配位子の輸送に関連したミオグロビン構造の時間発展のデータを、ピコ秒の時間分解、2オングストローム以下の空間分解能で観測した。これらの研究は一酸化炭素(CO)分子の配向の時間変化や、配位子輸送を仲介しているミオグロビンのドッキングサイトの存在を目に見える形で示し、蛋白質が有毒なCOを高い効率で排出するメカニズムを明確にした。

W.Zinth(Munich University、Germany)は蛋白質モデルとしての

ペプチド化合物のフォールディング過程について、その配向ダイナミクスの理論計算および実験結果を報告した。化合物としては、光トリガーとしてアゾベンゼン色素を持ち、光スイッチングが可能で9つのアミノ酸からなる環状ペプチドを用いている。研究の結果、それらのフォールディング過程には超高速配向ダイナミクスが関与していることを明確に示した。これまで蛋白質のフォールディング過程はナノ秒以上の遅い時間で起こると考えられ、より速い時間領域のものは殆ど無視されていただけに、この過程の理解に大きなヒントを与えるものとして注目度が高かった。

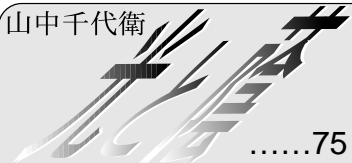
DNAに関する研究として2つの興味深い発表があった。C.J.Bardeenら(University of Illinois、アメリカ)は2光子励起により細胞中のDNAの微小な動きを観測することに成功し、生きている細胞の中での分子ダイナミクスの解明に新たな視点を見出した。また、M.Nagelら(Aachen、ドイツ)はテラヘルツ発生技術と組み合わせたフェムト秒パルスを用いれば、ラベルの必要がなくしかもフェムトモルの高い感度でDNAの遺伝情報解析が可能となる事を報告した。

またこれらに加え、透明材料のナノ形成、マイクロ光学デバイスやフォトニック構造の作成、腫瘍の認識、超高分解能トポグラフィなどフェムト秒レーザーを用いた広い応用技術に関する報告も多くみられた。

今回の会議は日本で

今回の会議(UP'04)は東京で開催される予定である。日本でこの分野の研究を行っている研究者にとって、研究成果をこのような権威ある国際フォーラムでアピールできる非常に良い機会である。

山中千代衛



レーザー総研創立15周年記念事業について

さる8月27日東京において財団創立記念座談会「科学技術と21世紀」が開かれた。

総研縁りの結城章夫、荒井寿光、伊賀健一、豊田浩一、晝間輝夫、尾形仁士の各氏

と筆者の7名が集まり、中塚正大君の司会により言論風発2時間を越える大盛会であった。詳細は来る11月7日大阪開催の記念シンポジウムにて披露される。なおILTキャンペーン68でも要旨は紹介されている。

ところで十年一昔と言うからにここ15年は、その半分近く姫路工科大学長に転出していた筆者は別とし当事者にとって、まことに苦勞の絶えない年月であった。筆者の経験から言うと学部卒業から教授拝命までに15年の修業が要った。ついで大阪大学レーザー核融合研究センターの前身である工学部附属レーザー工学研究施設というCOEを開設するまでに足かけ10年かかっている。それからさらに15年、無我夢中の研究生活の後、大阪大学を定年退官した時、わが国のレーザー核融合研究は世界の第一線に位置していた。まこと15年の年月はまとまった仕事を仕上げるのに最低必要な時間なのである。

(財)レーザー総研も今年創立15周年を迎える。記念事業を賑々しく開催するのはこの一昔半の歴史を自省を込めて反省するためである。記念シンポジウム行事は11月7日大阪千里ライフサイエンスセンターにおいて(午前の部)記念セミナー「レーザーと産業への応用」で幕をあける。講師として宮崎健創、宮永憲明、藤田雅之の三方氏が出講し、フェムト秒レーザーによる技術革新が講述される。(午後の部)本番の記念行事は森 詳介理事長の挨拶に始まり、筆者の基調講演「レーザーと現代社会」、記念講演として三菱マテリアル(株)秋元勇巳会長の「21世紀文明はどう進化するか」と姫路工大鈴木 胖学長の「宇宙船地球号の人類と科学技術」が開催される。ついでパネルディスカッション「現代社会と光技術」は光時代周知の加藤義章、坂田東一、鈴木 胖、鳥井 弘之、藤岡 知夫の各氏と筆者の6名が参加し、井澤靖和君司会により挙行され、引き続き記念懇親会が開かれる。なお記念出版「レーザーと現代社会」も当日頒布される。光技術15年一昔半の実績と将来への展望を確かめたいものと念願している。是非皆様のご参加をお願い申し上げます次第である。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

創立15周年記念行事のご案内

日時 平成14年11月6日(水)10:00～19:00

場所 千里ライフサイエンスセンター(大阪府豊中市新千里東町1-4-2 TEL06-6873-2010)

【午前の部】(1) 記念セミナー 10:00～12:00(5階501、502号室)

「レーザーと産業への応用」(定員70名、参加費10,000円)

- 最先端フェムト秒レーザーを使いこなそう -

近年のレーザー技術の発展はめざましく、超短パルス発生に見られますような極限技術は光応用分野に革新的変化をもたらすものと期待されています。国内製造業の空洞化が懸念されている状況を打破し、絶え間なき技術革新を続けるため、容易なキャッチアップを許さない技術開発を構築するきっかけとして頂くことを目的として新進の技術者・企業家向けのセミナーを開催いたします。

「超短パルスレーザーが拓く新しいプロセス技術」 10:00～10:40

(財)レーザー技術総合研究所 主任研究員 藤田雅之

「フェムト秒高強度レーザーの特性と基本的な相互作用過程」 10:40～11:20

京都大学エネルギー理工学研究所 教授 宮崎健創

「レーザー光制御技術の新展開」 11:20～12:00

大阪大学レーザー核融合研究センター 教授 宮永憲明

昼食交流会 12:00～13:00(千里クラブ1201号室、参加費1,000円)

【午後の部】(2) 記念シンポジウム 13:30～17:30(5階ライフホール、参加費無料)

シンポジウム挨拶 13:30～13:40

理事長 森 詳介(財)レーザー技術総合研究所 理事長)

基調講演「レーザーと現代社会」 13:40～14:20

山中千代衛(財)レーザー技術総合研究所 研究所長)

記念講演 「21世紀 文明はどう進化するか？」 14:20～15:00

秋元 勇巳(三菱マテリアル(株) 会長)

「宇宙船地球号の人類と科学技術」

15:00～15:40

鈴木 脩(姫路工業大学 学長)

パネルディスカッション「現代社会と光技術」 15:50～17:30

司会 井澤 靖和(大阪大学レーザー核融合研究センター 教授)

パネリスト 坂田 東一(文部科学省 官房審議官)

鈴木 脩(姫路工業大学 学長)

鳥井 弘之(東京工業大学 教授、元日本経済新聞社 論説委員)

藤岡 知夫(東海大学 教授、財団法人応用光学研究所 理事長)

加藤 義章(日本原子力研究所 理事)

山中千代衛(財)レーザー技術総合研究所 研究所長)

(3) 懇親会 17:30～19:00 千里ライフサイエンスセンター 6階(会費制)

(4) 申込方法

氏名、住所、連絡先をご記入の上、E-mailまたはFAXでお申し込み下さい。

受け付け次第、参加証をお送り致します。

(財)レーザー技術総合研究所(担当:小野田、正木)〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4

TEL06-6443-6311 FAX 06-6443-6313 E-mail masaki@ilt.or.jp

－元当研究所出向研究員学位取得－

さる7月30日(火)大阪大学(吹田キャンパス)銀杏会館において、元研究員 田中崇雄氏(関西電力(株))が、大阪大学大学院工学博士の学位を取得した。

田中氏は、平成9年7月から平成13年2月まで関西電力(株)から当研究所へ出向され、レーザー環境応用計測研究チームに

おいて、レーザー超音波による劣化検出の研究に従事された。出向元へ戻られた後も、井澤靖和技術コーディネーターの指導の下、地道に研究活動を続けられ、今日の学位取得に繋がったものである。

同氏の今後のご活躍に大いに期待するものである。