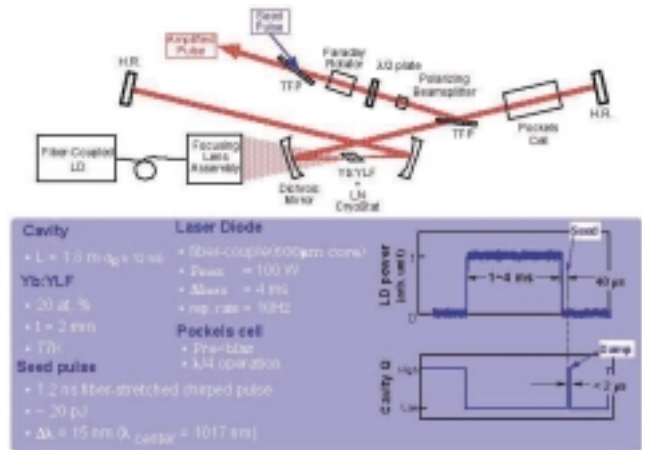


## CONTENTS

- 光量子科学研究センターにおける最近の研究  
～「光加速器」放射線源の開発と利用～
- 平成13年度研究成果報告会(ILT2002)開催
- 『光と蔭』ITバブルと科学技術
- 「レーザーと現代社会」特別販売のご案内



【写真】100 TWチタンサファイアレーザー  
 【図1】冷却Yb:YLF結晶を用いたLD励起再生増幅器<sup>3)</sup>

## 光量子科学研究センターにおける最近の研究 ～「光加速器」放射線源の開発と利用～

日本原子力研究所関西研究所 加藤義章

関西研究所(木津地区)

関西研究所の光量子科学研究センターは、「けいはんな学研都市」の木津南地区(京都府木津町)で活動を行っている。(関西研放射光科学研究センターは、播磨のSPRING-8を拠点としている)。平成11年に東海研等から実験装置の移動を行い、装置の再立ち上げ、新設などを経て、ようやく研究が軌道に乗りつつある。またこの間木津地区では、「きつづ光科学館ふおとん」(13年7月)、「IT-Based Laboratory施設」(14年6月)が完成し、光量子科学と高度計算機利用を中核とする研究と、児童への科学普及活動を一体的に実施するユニークな環境が整えられた。ワールドカップでの日本チームの活躍にも見られるように、広い裾野があって初めて世界に伍した活動が可能になるので、科学館の活動がどのように広がっていくか楽しみである。

ここでは光量子科学研究センターの研究の一端を紹介させていただきます。

### 超高強度レーザーによる光加速器

原子力研究においては、原子核エネルギーの生成、制御と利

用が中心的課題であり、大きなエネルギー密度状態を生成・解明・制御するために、原子炉、加速器、プラズマ閉じこめ装置等が開発され、利用されている。他方、近年のレーザー技術の進歩により、小型の装置で生成される超高出力レーザー光を小さな空間・時間に集中することにより、高エネルギー密度状態を生成・利用することが可能となった。

超短パルスレーザー照射においては、物質が膨張する前に電子が高温に加熱され、高い密度を保ったまま、超高温・超強電磁場状態が生成される。特に、レーザー強度が相対論域に入ると(約 $10^{19}$ W/cm<sup>2</sup>以上)電子は主としてレーザー光の進行方向に加速され、高エネルギーの電子、イオン、X線等が指向性をもって生成される<sup>1)</sup>。光量子科学研究センターでは、超高強度レーザー光を「光加速器」として用いる、新しい放射線源とその利用に関する研究を展開している。

### 超高ピーク出力レーザーの開発

光量子科学研究センターでは中核装置として、繰り返し動作の超高ピーク出力チタンサファイアレーザーの開発を進め、

次ページへつづく▶



(前ページよりつづく)

100TW, 20fs, 10Hzレーザーが稼働状態に入っている。PW ( $10^{15}$ W) への増強を目指して、大口径チタンサファイア結晶を最終増幅器とする高出力化のテストを開始した。初期データとして340TW、50fsが既に得られており、PW級の出力も比較的短期間に実現できそうである<sup>2)</sup>。回折限界に近い集光性能が得られており、強度 $10^{21}$ W/cm<sup>2</sup>を超える強相対論域における新現象の解明と利用という未踏領域の開拓を開始できる段階となってきた。

PWを超える高出力化を可能とするレーザー媒質として、半導体レーザーによる直接励起が可能で、エネルギー蓄積密度が大きく利得帯域幅が広いYbレーザーが期待されている。光量子科学研究センターではYb:YLFを液体窒素温度に冷却し、高効率でのモード同期発振、再生増幅を実現した<sup>3)</sup>。Ybレーザーは、高効率の小型超短パルスレーザーとしての使用も可能であり、今後の発展が注目される。

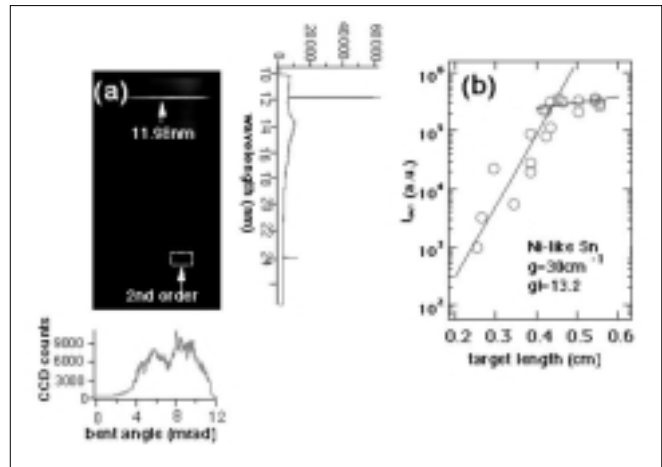
#### レーザー粒子線源の開発

近年、陽子あるいは炭素粒子線を用いたがん治療の臨床試験が放医研等で進められ、厚生労働省の認可を得た陽子線がん治療が2001年から国立がんセンターで実施されている。粒子線がん治療は、X線治療に比べて短期間で治療が可能、副作用が少ないなど、長所が明らかになってきているが、実用的な治療として普及するには装置の小型化とコストダウンが必要とされている<sup>4)</sup>。

最近、小型 ミシガン大 あるいは大型 リバモア等 CPAレーザーを用いた実験において、数10MeV以上のイオンが効率よく生成されることが示され、レーザーイオン源のがん治療への利用可能性が世界の多くの研究者・機関で検討されている。光量子科学研究センターでは、京大化研、東大原子力工学施設等と協力し、放医研との共同研究として、レーザーイオン源を入射器とする医療用小型粒子線装置の開発を開始している。100TWレーザー利用実験に必要とされる放射線発生装置としての許可を得て、今年後半から本格的な実験を開始する予定である。最近のシミュレーションによれば、照射条件の最適化によりエネルギー広がり少ない100MeV以上の高エネルギーイオンの生成が可能であり、レーザーだけを駆動源とする医療用加速器の実現も夢ではないと思われる。

#### X線レーザー

光量子科学研究センターでは、CPA Ndガラスレーザー(1ps, 15J, 2ビーム)を用い、小型X線レーザー開発の研究を行っている。短パルスレーザー進行波励起により、固体ターゲットでのX線レーザー発振(Ag 13.9 nm, Sn 12.0 nm, La 8.8 nm, Ag, Snは



【図2】錫ターゲットによる12 nm X線レーザー光の飽和増幅特性(飽和増幅)に加え、気体ターゲット(Ar 46.9 nm, Xe 10 nm)での発振にも成功した。Xeでの発振は、マックスプランク量子光学研で1ショットだけ観測されたと報告されているが、再現性良い強い発振は今回が初めてであり、繰り返し可能で飛散粒子の少ないX線レーザーとして注目される。

#### 装置開発から利用研究へ

強誘電体表面にX線レーザー光を照射すると、反射されたX線レーザー光は広がり、その空間分布より強誘電体のドメイン構造を調べることができる。我々はこの方法で、温度変化による強誘電体のドメイン構造の変化を調べ、反射光の分布が相転移温度付近で大きく変化することを見いだした。相転移に伴うドメイン構造のゆらぎに起因するものと考えられ、相転移の物理に新たな知見を提供できる可能性が高い。

X線レーザーは、パルス幅が短く、コヒーレンスが高く、光子数が多いことが特徴である。X線レーザーのさらなるコヒーレンスの向上も進行中であり、今後多様なX線レーザー利用を展開できると考えられる。

ここでは研究の一部しか紹介できなかったが、他にも興味深い成果が多く生まれている。光量子科学研究センターの研究は、装置開発から利用研究へと重点が移りつつある。同時に、超高ピーク出力レーザーのさらなる高性能化を育成していくことが、当センターの競争力を維持し、発展させるために必要である。今までご協力いただいた(財)レーザー技術総合研究所ならびに阪大レーザー核融合研究センターの皆様へ、感謝するとともに、これからも多くの方々と一緒に研究を展開できることを期待したい。

- 1) 加藤義章：レーザー研究 29 (2001) 211.
- 2) M. Aoyama, et al.: CLEO 2002 (2002), CMW5.
- 3) J. Kawanaka, et al.: CLEO 2002 (2002), CPDC8-1.
- 4) 山田聡：核融合研究 78 (2002) 548.



平成13年度

## 研究成果報告会(ILT2002)開催

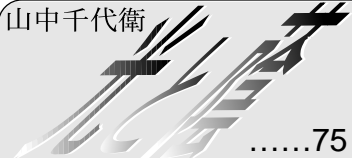
平成14年7月5日、東京会場は航空会館に於いて、また、平成14年7月9日、大阪会場は大阪大学コンベンションセンターに於いて、レーザー技術総合研究所平成13年度研究成果報告会が開催された。本報告会は、現在当研究所が取り組んでいる、レーザー技術を応用した多岐にわたる研究(微細加工や宇宙開発、新規レーザーシステム、核変換、環境浄化、バイオ関連等)についての最新の成果や国内外の動向を報告すると共に、産業界への応用や新規研究プロジェクトへの展開に対する提言等を目的に毎年開催しているものである。東京会場では、参加者は60名、長期プロジェクト研究等を中心に報告された。大阪会場は、参加者70名、産業応用に関わるテーマを中心に報告された。いずれの発表においても参加者から多くの御質問や御意見を頂き、また活発な議論が行われた。今後も当研究所の研究に注目していただきたい。

### 【主な発表内容】

#### [東京会場]

- ・最近の個体レーザー開発とその周辺の話題(常務理事 中塚正大)  
パワーレーザーの位相共役鏡による高品質化、位相光学素子による新ビームの発生など個体レーザー開発およびその周辺での新技術の紹介
- ・高輝度線発生と核変換への応用(今崎一夫)  
レーザー光による高輝度線の発生と、高レベル放射性廃棄物の処理・減量を目指した高輝度線の核変換への応用に関する研究報告
- ・レーザーロケット推進研究の最近の動向(内田成明)  
地上からの打ち上げおよび軌道上の推進力として用いる事
- のできるレーザーロケット技術の研究と国内外の動向報告
- ・フェムト秒レーザーが拓く微細加工技術(藤田雅之)  
フェムト秒レーザーを利用したサブミクロン微細加工技術や、薄膜形成、ITO膜加工、レジスト剥離等の短パルスレーザーの産業応用技術についての研究報告
- ・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(島田義則)  
現在の技術では容易に処理できない大気汚染物質NOxやSOxを、非平衡プラズマと吸収材によって処理する新技術の研究報告
- ・レーザーによるバイオメカニズムの解明(谷口誠治)  
フェムト秒レーザーパルスを用いた時間分解蛍光測定に

山中千代衛



## ITバブルと科学技術

かつて森内閣の時代、米国の急速な景気立上げを見て、これこそInformation Technologyに由来するものだといノセントに信じ込んで、IT立国が推奨された。その結果、経済活性化に向けた科学技術当面の展開手法としてシリコンバレーに習えとの提言はまこと奇なことであった。

米国はもとより、それに押されてわが国にもITブームが発生し、インターネットを媒介とするニュービジネスがもてはやされ、ネット関連のベンチャーが雨後の筍の如く生まれた。

要するにこの一連の仕事は情報のやりとりにより社会の風通しをよくすることが売りである。換言すると読み、書き、算盤といういわゆるリテラシーをエレクトロニクスを用いて、現代化したことに尽きる。たしかに情報の流通はよくなりビジネスは便利になった。

だがこれはあくまで手段であって、社会の産業活動では本来の使命が大切であることは言うまでもない。手段は使命ではない。

果たしてまず米国でITバブルがはじけ、わが国でもIT産業はかつての元気はどこえやら青菜に塩である。

科学技術基本計画の柱はバイオ、情報、環境、ナノテク・材料と閣議で決められた。産業振興のための選択として異論はない。産学官連携も異存はない。しかし世界最高水準の科学技術の実現、科学技術創造立国のスローガンとこの戦略的重点化テーマとは大いに違和感がある。大学と産業とは本来の使命は全く違うのだ。これが、政・官のすすめで融合したら国の未来は見えてこない。不況脱出のため大学を企業化し、本来の使命を等閑にするのにはアダム スミスも吃驚するだろう。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

よって明らかとなった、光機能性をもつ光活性黄色蛋白質 (PYP)の超高速光反応メカニズムについての報告



[大阪会場]  
<特別講演>

- 最先端レーザーが開く微細プロセス技術 -

講師：当研究所 レーザー環境応用計測研究チームリーダー(藤田雅之)

超短パルスレーザーを用いたサブミクロンの金属加工、位相マスクとの組み合わせによるITO薄膜の微細加工等について講演を行った。



・レーザーピーニングによる表面改質(今崎一夫)

短パルスレーザーを用いた金属の表面改質について報告を行った。応用例と照射条件の最適化を示した。

・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(島田義則)  
ディーゼル車から排出されるNOx、SOxの非平衡プラズマによる分解法について報告を行った。

・フェムト秒レーザーアブレーションによるナノ構造形成(橋田昌樹)  
超短パルスレーザーを用いた形状コントロール可能な金属

穴加工の方法について提案を行った。また、金属表面でのプラズモン励起を用いたナノスケールの縞構造とナノスケールの金属針の製作例を示した。

・レーザーによるダイオキシン類の微量検出(中島信昭)  
超短パルスレーザーの多光子吸収を用いてダイオキシン類の検出を高速で行う手法について示した。

その他、白色光ライダーの開発、レーザーを用いた誘雷技術の開発、高効率レーザー加工用マスク転写技術、固体レーザーの高性能化に関するシミュレーション、波長変換用結晶の長寿命化、太陽光直接励起固体レーザーの開発、光活性タンパク質PYPのナノスペースにおけるフェムト秒・ピコ秒蛍光ダイナミクスと量子ビート等の成果が報告された。

レーザー技術総合研究所 創立15周年記念出版

## 「レーザーと現代社会」特別頒布のご案内

—レーザーが開く新技術への展望—

レーザー技術総合研究所 編 / 288頁 / 定価 3,570円 期間限定特別価格 3,200円(税・送料込)

レーザーは原子や分子の持つ性質をうまくエレクトロニクスに持ち込んだ新しい光技術であり、IT技術や光情報通信に欠くことはできない技術である。また、レーザーはエネルギー技術の旗手でもあり、レーザー加工、プロセッシング、レーザー核融合のキーテクノロジーとして不可欠の存在である。バイオ科学やレーザー医療手術などにも重用されている。今や科学研究のみならず産業応用技術の最重要の手法である。

本書では、レーザー科学技術の第一線で活躍するエキスパートにより、これらの最新技術が分かりやすく解説されている。レーザーに興味を持たれる方々、技術者、学生が対象である。

主要目次 21世紀は光の時代 / レーザーの仕組み / レーザーは虹の七色 / レーザーが開いた新しい医療 / レーザーと情報化社会 / レーザーによる光化学 / レーザーで作るミニ太陽 / ジャイアントレーザー / コンピュータはスーパーマン / レーザーは細工師 / レーザーとビーム / レーザーの新しい仲間 / レーザートピア

申込方法

ご氏名、送付先の会社名・学校名、ご住所、電話番号を明記のうえ、FAXまたはe-mail(書式自由、特価販売分と記入)にて、お申し込み下さい。  
請求書を同封してお送りいたします。

発行(株)コロナ社

特価期間 平成14年12月末日

注文先 〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4  
(財)レーザー技術総合研究所 総務部  
TEL06-6443-6311 FAX06-6443-6313  
e-mail ilt@ks.kiis.or.jp