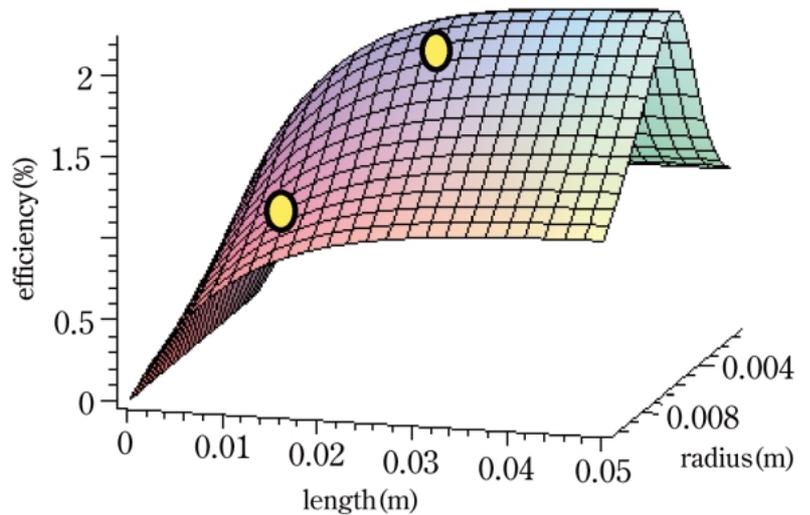


2005, Jul.

No. 208

## CONTENTS

- スーパーキャビティγ線とその応用
- 2005 CLEO/QELSに参加して
- 『光と蔭』森詳介理事長へ感謝
- 退所ご挨拶
- レーザービーム伝送研究チーム 内田成明



【表紙図】核巨大共鳴-核変換-実験による計算値と実験結果

## スーパーキャビティγ線とその応用

レーザーエネルギー研究チーム 今崎一夫、李大治

### 高輝度-大容量 γ線発生

高度光蓄積キャビティいわゆるスーパーキャビティを用いると高輝度-大容量の(ガンマ)線がコンプトン散乱により発生できる。この用途は広い。新たな核物質が創成でき、実際の産業応用に利用できる。現在考えられているテーマとしては新機能RI線の創成、高機能放射線源への応用、高速核変換等である。

### 量 電気力学上で 効果が期待

これらの元になるのは高エネルギー光子発生過程と核反応過程である。現在までに非偏極-準単色レーザーコンプトン線(10~20MeV)による核変換や反応率等は実験により同定され、予測と一致する結果を得た。また偏極線発生を達成しており、これを用いて核変換率の同定と偏極度-偏向角による核反応プロセス、対生成プロセス制御に対する効果を確定し、非偏極線実験結果と比較検討する。先行した理論的考察によれば量子電気力学上で効果が期待される。これらプロセスの確定は核反応中性子の発生量とその非等方性、陽電子-電子発生角度とエネルギーを精密計測することより得られる。

### 偏極γ線による新しい核分光科学

相対論的效果により、この線は前方mradの立体角に集中発生できるので、今までにない強力-高密度線源が可能であ

る。当然本方式の強力線源の確立は実用レベルにおける光子研究に対して資するところが大きい。データベースとして確立している核巨大共鳴研究では陽電子-電子消滅による平面波-非偏極線を用いてきた。偏極線により新しい核分光科学の探求が可能である。

### キャビティ光蓄積実験では10時間超 連続蓄積

今までにスーパーキャビティ光蓄積実験を行い、蓄積率5,000~7,000を得ている。この蓄積率はリングダウン法で計測された。スーパーキャビティ内で、蓄積光によるコンプトン散乱を実際に誘起した。この結果からも蓄積率が求まりリングダウン方式の計測結果と一致する結果を得た。この時蓄積安定化熱フィードバック方式により10時間を超える連続蓄積を達成している。

### 核巨大共鳴-核変換 計算値と実験結果が一致

これに加えて、電子蓄積リング(兵庫県立大学ニュースバル:1GeV,200mA)においてレーザーコンプトン散乱線(17MeV)を発生し、核巨大共鳴-核変換-実験を行った。実験では入射線光子数の絶対量と197金(安定、同位体比100%)の核変換反応による196金の196白金への崩壊過程線量を計測し反応量-率(efficiency)を求めた。表紙図に計算値と実

次ページへつづく▶

験結果を示す。よく一致していることが分かる。長さ(length)および半径(radius)は実際の実験に用いた金ターゲットの値である。丸印が実験結果で予測値とよく一致する。

■中性子エネルギー増倍の可能性を調べる研究

現在中性子計測を行い、この反応率結果の同定および中性子によるエネルギー増倍の可能性を調べる研究を進めている。この実験配置を図1に示す。

この線を遮蔽トンネル外に取り出し核変換を起こし発生中性子を計測する。このための遮蔽の補強等が必要となった。

■中性子は入射γ線のエネルギーに依存

この時の中性子の予測波形を図2に示す。(ニュースバルグループ提供による)核変換による中性子は入射線のエネルギーに依存するがほぼ2~4MeV付近にピークをもち、低エネルギー側にテールを引く。この計算では(、2N)反応による低エネルギー中性子は無視されている。ターゲットには金の代わりに鉛を用いているが結果としては大差がないと考えられる。

■さらに詳細に反応率や増幅率が判明

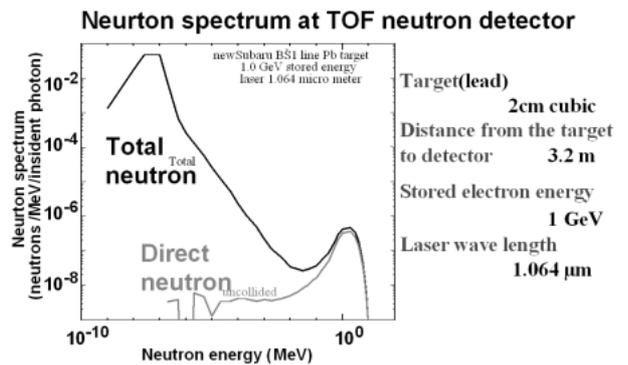
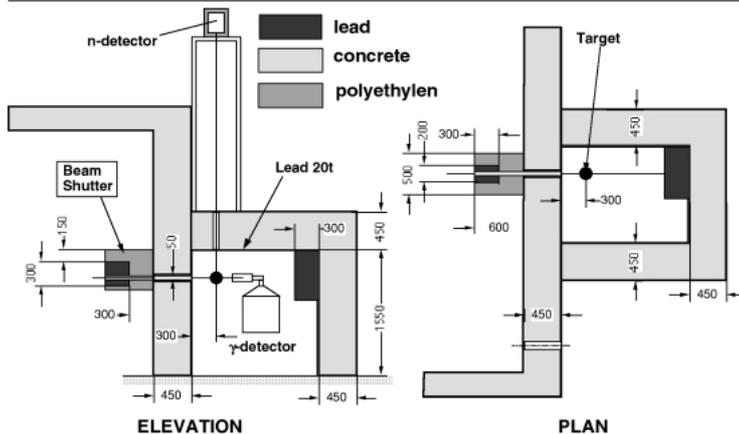
中性子のエネルギーは発生2次線を原点にとった飛行時間法で得る。散乱による低エネルギー中性子の影響はあるが時間的に十分分離できる。現在ほぼ遮蔽壁、計測ボックス、計測器も準備ができ、変更許可もおりて遮蔽状況の点検を行っている。この数週間内に研究が始められる予定である。

中性子の絶対的な量やエネルギースペクトルが分かれば、より詳細に反応率や中性子エネルギー増幅率が判明する。

■対生成やターゲット内コンプトン散乱制御も可能

以前より偏極線発生を行っている。これを用いることにより理論的には対生成や、ターゲット内コンプトン散乱を制御することが可能である。これは相対的には核変換率の増大を意味し、中性子量の計測によりこのような現象が判明する。今後の重要研究テーマである。

(この研究は兵庫県立大学のニュースバルグループの協力により行われた。望月教授、宮本助教授、天野助手および関係者の方々の協力に深く謝意を表する)



【図1】ニュースバル電子蓄積リングにおける中性子/γ線計測装置配置 【図2】γ線を遮蔽トンネル外に取り出し核変換を起こし発生中性子を計測した時の中性子の予測波形

# 2005 CLEO/QELSに参加して

研究員 佐伯 拓

■太陽光直接励起固体レーザー研究の報告

今回、米国バルチモアで開催されたレーザーと電気光学に関する国際会議2005 CLEO/QELSに参加した。参加の目的は、現在われわれが進めている太陽光直接励起固体レーザーの研究に関する報告を行うためであった。当研究所から私のみ、阪大からは、レーザーパワーフォトニクスグループの藤本助手、徐研究員、ドクターコース1年の岡田君他が参加し、学会の期間中、行動を共にした。本人にとって4年ぶりの参加であった。今回、大阪空港から成田、シカゴを経由し、合計14時間程度

飛行機に乗りバルチモアに到着した。途中のシカゴで米国国内線に乗り換える際に非常に厳しく神経質と思える持ち物検査を受けた。靴を脱がされ、検査機械に通過させ、椅子に座らされて足周り、ベルト裏側もチェックされ、腰の周り等を手で入念に調べられた。指紋照合システムにも登録を行った。少し戸惑ったが、問題なく検査をクリア出来てほっとした。

本学会では、日本からも含め非常に多くの研究報告があったが、紙面の都合上、海外グループの研究報告に関し、個人的に注目した報告のみ紹介する。

## ■IPGの独占か？ファイバーレーザー

ファイバーレーザーに関して、ドイツIPGフォトニクスでは、1本当たりで準シングル横モード1kW程度が実現されている。多くのファイバーレーザー関連の発表にはIPGの名前があり、ファイバー界はIPGの独占状態ではないかと思われた。ファイバーレーザーの励起は何本もの非ドープファイバーが1本のファイバーレーザーの両サイドに接続される方法で行われている。これが現行のハイパワーファイバーレーザー励起方法の主流である。長さが48cm程度のロッド型Erドープ波長可変大口径コアフォトニック結晶ファイバーレーザーからCW120W出力シングル横モード発生を行っていた。シングルモード発生方法では、ファイバーの曲げにより高次モードに大きな損失を与える方法より、フォトニック結晶ファイバーを用いた方法ではモード領域を広く使えるため、高出力発生に有利であるとの報告もあった。Ybファイバーレーザーでは、出力131W、220fsのパルスレーザーの報告があった。

## ■低平均出力と波長変換レーザー

低平均出力の固体レーザーに関して、米国Princeton Light Wave社では長波長発生1.6 $\mu$ m発生用のEr:YAGレーザー、Institute for Ultra fast Spectroscopyからは1,150-1,480nm帯Cr<sup>3+</sup>ドープLiInGeO<sub>4</sub>レーザーの報告があった。

波長変換に関しては、高効率紫外波長発生等に関する発表が

多く見られた。中国Nanjing大学グループからレーザーテレビジョンに応用可能な超格子LiTaO<sub>3</sub>とNd:YVO<sub>4</sub>レーザー結晶を用いた全固体3原色発生レーザーに関する報告があった。OPOによる波長可変レーザーの報告も多数あった。

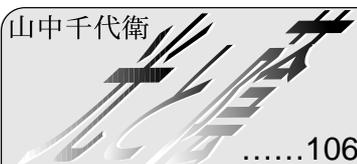
## ■小型フェムト秒パルスレーザー

Yb:KYW, Yb:YAG結晶等を用いた小型フェムト秒パルスレーザーの報告があった。キャビティダンプ、モードロック、フォトニック結晶ファイバーを用いたスーパーコンティナム発生、CPA、OPCPA等を用いたフェムト秒パルス光発生が数多くあった。OPCPAに関しては、電気-光変換効率25%の14Jレーザーが報告された。パルス圧縮前のレーザーは、916nmピーク波長、バンド幅は26nmであった。アメリカ、ヨーロッパ、中国等の各大学では、ベンチャーでのフェムト秒、波長可変、THz波発生小型固体レーザー装置の販売を目的として研究開発を行っている。THz波は主にイメージング、バイオ応用、フェムト秒レーザーは主にマイクロマシーニング、バイオ応用等に用いられる。

## ■米国の高平均出力固体レーザーはミサイル防衛向け

高平均出力固体レーザーに関して、スラブ型Nd:YAGを用いたノースロップグラマンの25kWレーザー出力を目指した研究に関する報告があった。イギリスSouthampton大学のグループは、板状のNd:YAGを両面からサファイアの板で挟みによる

山中千代衛



.....106

## 森詳介理事長への感謝

(財)レーザー技術総合研究所第5代理事長森 詳介関西電力副社長はこのたび関西電力社長にご就任になるに際し、6月20日の理事会でもって当財団理事長を退任された。

2001年6月20日から5年の長きにわたって、財団運営にご尽力を賜り、時節柄きわめて厳しい内外の経済事情の下、研究所の活性化に日夜不断のご配慮を頂き、お陰で財団の運営は着実に推進されたのである。

特筆すべきは2002年の財団創立15周年記念事業が円滑に展開したことである。まず記念座談会が8月27日関西電力東京支社において「科学技術と21世紀」をテーマに開催された。文部科学省 結城章夫大臣官房長、(独)日本貿易保険・荒井寿光理事長、日本学術振興会・伊賀健一理事、(社)レーザー学会・豊田浩一会長、(株)浜松ホトニクス・晝馬輝夫社長、(株)三菱電機・尾形仁士取締役開発本部長に私が加わり中塚正大常務理事司会の下、わが国の科学技術の将来に関し熱心な討論が行われた。

さらに11月6日の千里ライフセンターにおける記念式典および記念シンポジウムでは森理事長より「科学技術創造立国とレーザー技術」につきご挨拶を賜り、引き続き私の基調講演「レーザーと現代社会」と「21世紀文明はどう進化するか」と「宇宙船地球号の人類と科学技術」と題する記念講演がそれぞれ(株)三菱マテリアル・秋元勇巳会長、姫路工業大学・鈴木胖学長により行われた。まことに15周年にふさわしい記憶に残るイベントであった。

このあとパネルディスカッション「現代社会と光技術」が文部科学省・坂田東一大臣官房審議官、東京工業大学・鳥井弘之教授、東海大学・藤岡知夫教授、日本原子力研究所・加藤義章理事、姫路工業大学・鈴木胖学長と私とで大阪大学・井澤靖和レーザー核融合研究センター教授司会の下、公開された。

記念行事のハイライトである記念パーティーでは理事長の心のこもった記念スピーチにより来会者一同楽しい夕べを過ごしたのである。今年(財)レーザー技術総合研究所は創立18年を迎えるが外に向けては当研究所の存在価値を産業界、財界に対し絶えず働きかけて頂き、内に向かっては所員一同の活力増進に温かい指導を賜った。まさに森理事長の巧みな手綱さばきにより今日の財団があると申して過言でない。ここに所員を代表して厚く感謝の誠を捧げ、次なる重責に邁進されるよう心より祈念するものである。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】



【写真】バルチモアコンベンションセンター

伝導冷却方式でCW58W出力の導波路型レーザーの発表を行っていた。MITのグループからクライオ冷却型のロッド型Yb:YAG結晶を用いたレーザーで、準回折限界光束での308W出力が報告されていた。セラミックレーザーに関して、米空軍から8%atの高濃度セラミックNd:YAGに関する報告があった。高濃度ドープレーザー材料は非常に上準位寿命が短くなるため、LDのパルス幅を非常に短くする特別な励起方法が必要になる。その結果、必然的にレーザーは高繰り返し動作を行う必要

があるとの報告があった。今回報告のあった米国の高平均出力レーザーの多くは、ミサイル防衛向けのものもあったと思われる。神島科学 / BAIKOWSKIの展示ブースにいた関係者から、米国内で非常にセラミックレーザーが出荷されているとの話を聞かされた。日本よりも引き合いが多いそうである。セラミックは日本固有の技術とされていたが、中国ベンチャー企業からもセラミックレーザー開発の報告があった。

#### ■バルチモアからロングビーチへ

バルチモアは新鮮な魚介類が水揚げされる港町であり、MLBバルチモアオリオールズの野球場もある観光地である。雰囲気は前回よりもずいぶん良くなり、以前よりいくらか景気が改善されたのではないかと感じた。来年度のCLEOは米国西海岸のロングビーチで開催される。



【写真】ヨットハーバー

### 【退所のご挨拶】

## レーザー技術総合研究所での大自然相手の実験

東京工業大学産学連携推進本部 特任助教授 内田成明

このたびレーザービーム伝送研究チームを離れ、東京工業大学矢部研究室で仕事をするようになりました。学生時代はレーザープラズマの基礎物理というまさに真空チャンバーの中で起こる制御された世界だけを相手にしていましたが、レーザー総研ではレーザー誘雷という気ままな大自然を相手にする研究に携わり、この間の体験はその後の研究の方向と研究への取り組みの姿勢に大きな影響を与えてくれました。特に冬の雷を相手にした野外実験ではレーザー装置、プラズマ物理、放電現象、雷観測技術そして除雪技術！とさまざまな領域に接することができ、これらを元にレーザー推進、太陽励起レーザー、レーザー超音波法、ビーム伝送技術などハイパワーレーザーの応用技術へと研究テーマが広がり、制御されない自然の中でレーザーを応用する研究が自分のライフワークになりつつあると感じています。これらの研究を通してさまざまな領域の人たちと交流もでき現在の自分の位置があるのだと思っています。

東工大で新しく始めた仕事はまた別の機会にご紹介させていただくこともあると思いますが、心機一転ものづくりに再度取り組もうと思っています。物を作るときに大事なことは原理的な可能性(限界点)を把握するとともに、その限界点に近づくための技術的な問題点を明らかにし蓄えた知識を総動員することにより解決法を生み出す、という考えだと思います。工学は理学と技術のはざまでもっともエキサイティングな学問領域だと思います。幸い新しい職場は機械工学専攻で、これまでと違った考え方に接する機会もさらに増えそうです。異なる領域同士の考え方、意見をぶつけあって新しい知識を生み出す、そのような研究が新しい職場でできればと考えています。

最後になりましたが、今後ともこれまでと変わらぬご支援、ご鞭撻をいただきますようお願いいたします。