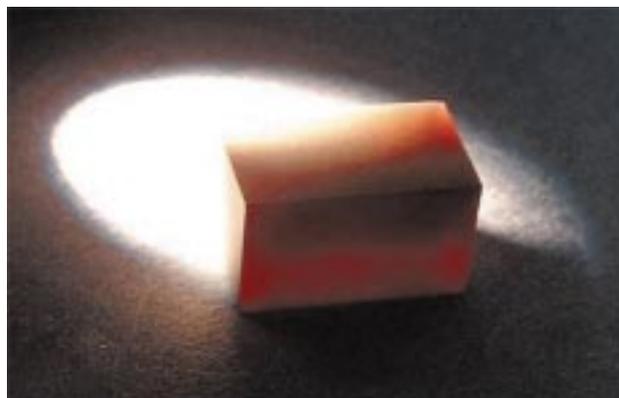


2001, Aug.

No. 161

## CONTENTS

- Biドープ石英ガラスを用いた増幅器の開発  
~ 多重波長信号の一括増幅 ~
- 平成12年度成果報告会開催される  
- 大阪、東京の2会場で -
- 「ICBP 2001」に参加して
- 『光と蔭』ヤメナサイ
- 新入研究員紹介



【写真】Biドープ石英ガラス

## Biドープ石英ガラスを用いた増幅器の開発 ~ 多重波長信号の一括増幅 ~

共同研究員 中塚正大  
藤本 靖

### 光通信用増幅器の増幅媒質

近年の高度情報化社会において、光ファイバー通信の重要性はますます高くなっている。光信号を遠隔地まで送るためには低損失、低分散の光ファイバーと光ファイバー増幅器が必要であり、光通信の分野において世界中で活発な研究が進められている。現在、Erドープファイバーアンプ(EDFA)を用いた光通信システムが数多く検討されている。Erドープ光ファイバーの増幅波長である $1.5\mu\text{m}$ は石英系光ファイバーの最低損失の波長にある。

光ファイバー通信においては伝送波形歪みの少ない事も重要な要求の一つである。伝送波形歪みは、光ファイバーの持つ分散に依存し、シングルモード光ファイバーは $1.3\mu\text{m}$ において零分散を示す。従って、 $1.3\mu\text{m}$ 帯での増幅器の製作が可能と

なれば、伝送波形歪みの少ない光通信が可能となる。従来、 $1.3\mu\text{m}$ 光ファイバー増幅器としてはNdドープフッ化物ファイバー、およびPrドープフッ化物ファイバー、ファイバーラマン増幅器が研究されているが、それぞれ、ESA(励起状態における吸収)や、フッ化物であるために融着接続などのファイバーのハンドリングの困難さ、励起効率(ラマン増幅器:数%程度)の点で問題があった。

また、帯域幅の広い光増幅器を用いた光信号の増幅は、同一の増幅器により多くの波長を増幅できることが大きな利点である。従って、帯域幅の広い光増幅器による多重波長信号の一括増幅は光による通信量を飛躍的に増大させることができるため、より広帯域のスペクトル特性を示す増幅媒質が望まれている。

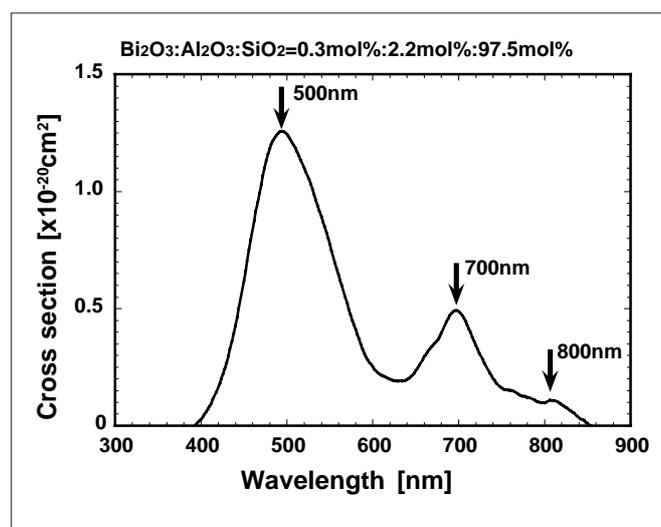
次ページへつづく▶

(前ページよりつづく)

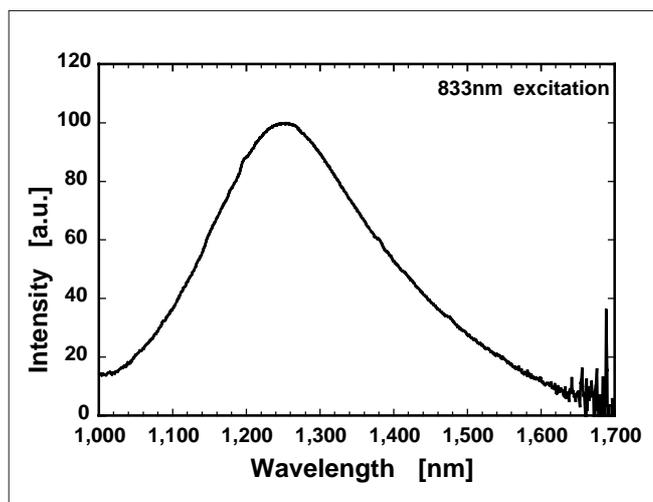
#### Biドープ石英ガラスの特徴

われわれは、石英ガラスを母材としたレーザー媒質の開発の研究を進めてきた。それは、核融合炉用レーザーに用いられる固体レーザー材料は、繰り返し励起により蓄積される熱機械的歪み耐える材料が必要だからである。その研究の延長線上で非常にユニークなBiを発光核とした蛍光を発見したので紹介する。

われわれが研究の過程で発見したBiドープ石英ガラスは、主成分をSiO<sub>2</sub>(90mol%以上)とし、微量のBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を添加することで赤褐色の蛍光体を得ることが出来る。この新しい蛍光体は主に0.5μm、0.7μm、および0.8μmに3つの吸収バンドを持つ(図1)。図2に0.83μm励起における蛍光スペクトルを示す。蛍光スペクトルは1.25μmに発光のピークを持ち、半値全幅(FWHM)がおよそ300nmのブロードな発光を示すことが分かった。また、蛍光寿命は1ms弱と比較的長寿命である。



【図1】Biドープ石英ガラスの吸収スペクトル



【図2】Biドープ石英ガラスの0.83μm励起における蛍光スペクトル

#### Biドープ石英ガラスの利点

0.83μm励起において、1.3μm帯近傍にピークを持つ発光が得られたことは、次の意味を持つ。まず一つ目は、豊富な商用の半導体レーザーが存在する0.8μmの帯域による半導体の励起が可能であることである。次に、ピークが1.25μm、半値全幅が300nmと広く、零分散の波長1.3μm近傍におけるスペクトルは0.5μm励起の時よりも1.3μm帯増幅器として利用しやすい。また、Biドープ石英ガラスのFWHMは、EDFのその5～6倍に相当し、多重波長信号の一括増幅にはさらに有利である。

また、Biドープ石英ガラスは、母材が石英ガラスであるためにファイバー化が容易であり、ZBLANといったフッ化物系のガラスに比べ取り扱いも容易になる。今回報告した0.83μm励起におけるBiドープ石英ガラスの近赤外の発光は石英ファイバーの零分散の波長1.3μm近傍においてピークを持ち、FWHM 300nmの広帯域のスペクトルを示し、多重波長信号の一括増幅に利用できる可能性がある。光ファイバー増幅器用のコア材料として非常に有望な材料になり得ると思われる。

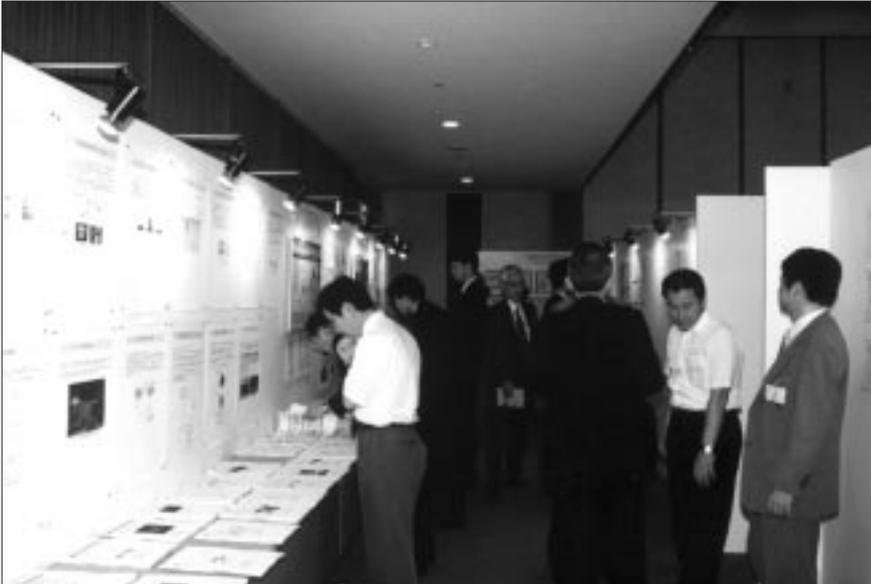
## 平成12年度成果報告会開催される

- 大阪、東京の2会場で -

はじめに

今年も成果報告会「ILT2001」を東京と大阪の2会場で開催しました。今回は特に、当研究所が持っているレーザー技術

をうまく産業界や次期プロジェクトに結びつけられないかとのねらいで、大阪会場では産業に直接結びつく技術を、また、東京会場では長期のプロジェクト研究等を中心に昨年1



【写真1】「私たちの技術」のパネル展示を閲覧する来場者

年間の成果をお披露目することを主眼として開催いたしました。

両会場合わせて約150名の方にお越しいただき、活発な議論が交わされました。

「私たちの技術」をポスターパネルで紹介

今回は、次の点を新たに行いました。

- ・当研究所のホームページに掲載している「私たちの技術」を、ポスターパネルで紹介した。  
(「<http://www.ilt.or.jp>」の中にある「私たちの技術」を是非ご覧下さい)
- ・当研究所が開発したビーム伝播解析コード「バージニー」を、デモンストレーションを交えて紹介した。
- ・口頭発表については研究の背景等を含めてご紹介できるよう、前回より時間を長くとり30～40分とした。

この甲斐あって、参加者の方からは「広範囲の研究が行われていることが分かりました」という感想や、テーマごとの時間配分は「ちょうど良い」との評価を頂きました。

参加された方々の関心としては、

- ・超短パルスレーザーを用いた加工
- ・レーザークリーニング技術

が、特に高かったようです。

また、参加者からの主な意見として、

- ・低コストのレーザー開発や長期安定性などの取り組みに興味がある。
- ・これらの技術を利用する人の意見などを聞いてみたい。
- ・他の技術と比較したい。

・コスト評価が必要

などが挙げられ、今後当方も産業界にさらに一歩踏み込んだ検討が必要であると痛感しました。

この報告会を通じて、各企業の方々がレーザーを用いた新産業技術の創出に如何に意欲的があるかが伺え、当研究者もニーズの高さを実感出来ました。今後も当研究所がもっと産業界に深く係わり、技術移転の推進役を担うべく、研究活動に取り組む所存であります。

## 「ILT2001」の主な内容

<特別講演>

### －光ファイバを応用した新しいレーザー技術－

講師：三菱電線工業(株) フォトニクス研究所

主席研究員 吉田 実氏

1995年頃からファイバーの価格が減少して市場に投入されることとなり、インターネットトラフィックの増大を来した。希土類ドープ特にErドープファイバーアンプが主流。ファイバグレーティングやフォトニッククリスタルファイバーの技術も研究が行われている。

### －高輝度 $\gamma$ 線発生と核変換への応用－

講師：当研究所

レーザープロセス研究チームリーダー 今崎一夫  
反射率の高い鏡により構成されたスーパーキャピティを用いて光を蓄積させ、加速器からの電子ビームと相互作用させることにより高輝度の単色線が発生できる。この線を用いて核燃料廃棄物の核変換技術などの応用研究が行われている。

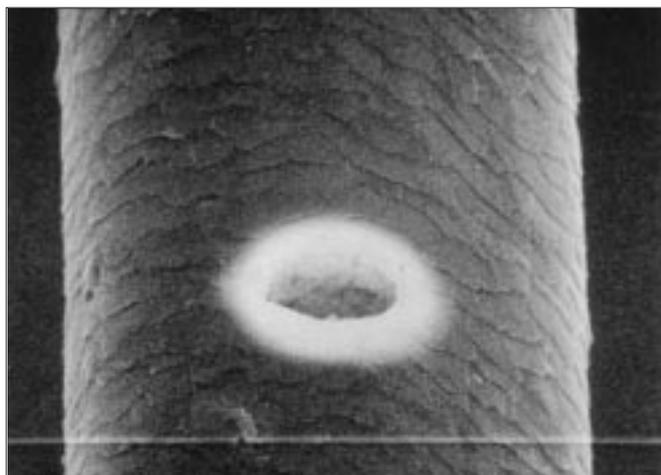
<平成12年度成果報告>

### －超短パルスレーザーの加工－

超短パルスレーザーによる加工は断熱加工であるといわれており、加工表面に熱的な影響を及ぼさないのが特長である。写真2は髪の毛(100 $\mu$ m)に超短パルスレーザーを照射したものである。

次ページへつづく▶

(前ページよりつづく)



【写真2】髪への長短パルスレーザー照射による穴

### ーレーザーアブレーションによる表面処理ー

短パルスレーザーを用いて、照射条件を最適化することにより表面の薄い層を除去(レーザークリーニング)することができる。(写真3)



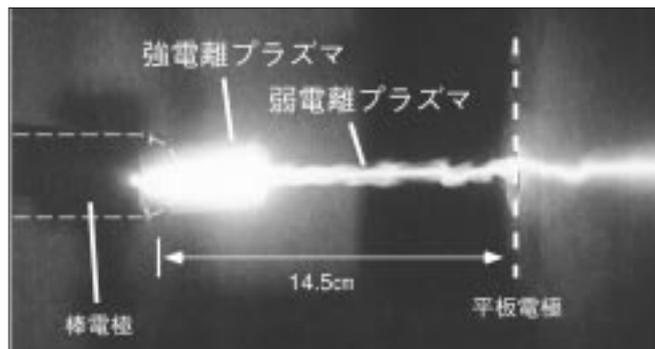
【写真3】レーザークリーニングで表面処理した絵画

### ー白色光ライダー技術開発ー

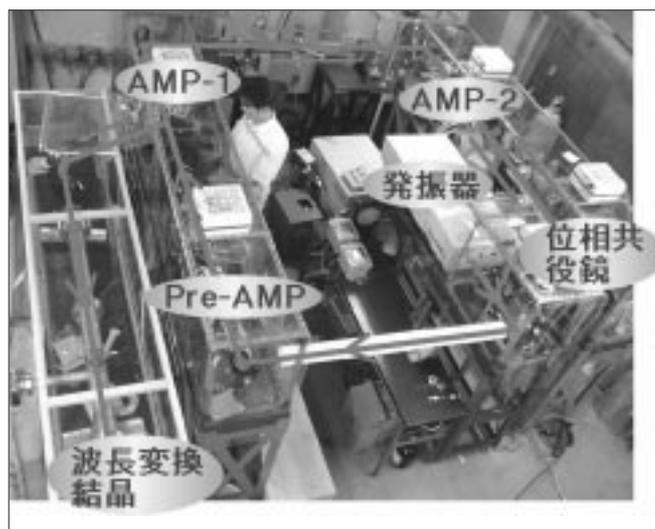
超短パルスレーザー光を上空に打ち上げ、戻ってくる白色光のスペクトル分解計測を行い、多波長同時計測が可能であることを示した。

### ーレーザーを使った放電技術ー

弱い電離度のプラズマチャンネル(弱電離プラズマ)を長距離に亘って生成できるようになった。また、落雷の数ミリ秒前に感知できる雷予知システムが可能であることを示した。(写真4、5)



【写真4】強電離・弱電離プラズマによる放電誘導



【写真5】紫外光を発生して長尺のプラズマチャンネルを作る高出力ガラスレーザー装置

### ーレーザーを使った高速ダイオキシシン計測ー

超短パルスレーザーの多光子吸収を用いてダイオキシシン類を現在行われている計測手法に比べて高速に計測可能であることを示した。

### ー人工光合成モデル系の超高速消光反応の機構解明ー

人工的に合成された種々の光合成モデル化合物において、高次の光励起状態からの超高速電子移動反応による蛍光消光を初めて観測し、その反応機構を明らかにした。

その他、位相共役鏡を使った加工、宇宙におけるレーザー技術の応用、太陽光励起固体レーザーの開発、波長変換結晶の長寿命化、ファイバーのコヒーレント結合実験、金属のフェムト秒レーザーアブレーション実験とシミュレーション、Photoactive Yellow Proteinの光反応サイクルの観測やfs蛍光ダイナミクス等の成果が報告されました。



# ICBP2001に参加して

レーザーバイオ科学研究チーム 研究員 谷口誠治

リニューアルされたICBP  
 さる7月30日から8月3日までの5日間にわたって開催された、第4回International Conference on Biological Physics (生物物理国際会議、ICBP2001)に初めて参加した。聞くところによると、これまでこの会議は領域を光生物関連のものが主であったものを、今回からは参加領域を生物物理全体にまで拡大したということで、会議の規模もかなり大きくなったようである。

最近の生物分野の進展状況にはめざましいものがあり、また今後、社会的にも注目される分野であると思われるだけに、こ

のような形式になるのもうなずけるところがある。本研究所からは、又賀昇グループリーダー、コスロビアン研究員が共に参加した。

## 多岐にわたる会議内容

会議はいくつかのセクションに分かれており、蛋白質の構造解析やフォールディングなどのダイナミクスに関するもの、イオン輸送、光生物学およびエネルギー変換、生体分子の一分子観測、分子モーター、脳科学、ポストゲノム関連、生物進化に

次ページへつづく▶

山中千代衛



## ヤメナサイ

7月29日の第19回参議院議員選挙で「聖域なき構造改革」をスローガンにした小泉自民党は内部に潜在的改革抵抗勢力をかかえながら、過去10年の鬱屈した国民の不満に風をおこして大勝を収めた。

新聞、テレビなどマスメディアが識者ぶって小泉首相の課題として挙げるものに、「景気をどうするのか」と「8月15日靖国神社参拝」がある。小泉首相の「米百俵の精神」は痛みを伴うに違いない。昭和20年、日本の全都市が空襲で壊滅したあの瓦礫の山を思い出せば、改革の痛みなどどれほどのことがあるだろうか。日本民族は、この苛烈な試練にもへこたれなかったのだ。しかし、敗戦の屈辱を民族の精神力のバネに転化し得なかったことが今日の日本の弱さの源である。

よく中国人が笑うのは日本人の根性の浅さである。大東亜戦争での不法をなじると、すぐへなへなとなるのが日本人だという。香港を返還しても英国人は何の自虐感も持たない。要するにタフなのである。中国人のタフさも大変なものである。彼らは国や組織に頼らない。自己の力で生きていくのだ。日本人はすぐに御上に助けを求め、他人のせいにする。占領軍の総司令官マッカーサーは「日本人の精神年齢は12才の小児である」と放言した。あれから半世紀、もう60才の大人であるはずだが。

先日アセアン拡大外相会議で田中外務大臣は中国の唐家璇外相に日本語で一方向的に押しまくられ、あげくの果てに唐外相は靖国参拝を「ヤメナサイ」と記者団に放言した。これを受けて各政党・ジャーナリスト挙げて「行くな行くな」の大合唱である。

要するに、日本人はひ弱な人たちなのだ。人の顔色をうかがいながら戦後50年をオドオド暮らして来たから今日の始末である。お金よりも、命よりも、もっと大切なものがある。

今は昔、300年前の江戸時代、儒教万能の世の中で、もし聖賢の誉れ高い孔子と孟子が大軍を率いて進攻して来たらどうするかとの設問に、多数の儒学者は膝を屈して迎えると述べたそうだが、漢学の泰斗「新井白石」は断固戦えと言ったという。どの時代にも色々な人がいるものだ。

現在わが国の政府に求められているのは、前門にアメリカ後門に中国の状況下で、どのようにして21世紀を生き抜くか、確固とした国家戦略を確立することではなからうか。そのための構造改革かが問われているのだ。これこそ国の未来ビジョンである。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

対する物理的アプローチなどその内容は多岐にわたるものであった。全体としては最近のトピックを集めた内容であるという印象を受けた。各セクション毎の内容については割愛するが、筆者が印象深かった報告について述べる。

#### 生体一分子の直接観測

日本の研究グループは、一分子蛍光イメージング法によるF1-FTaseの回転運動をサブミリ秒の速い領域で観測し、F1とATPの結合および加水分解生成物の解離によりそれぞれ90°、30°のステップを持つことが報告された。ポスターセッションにおいても一分子蛍光イメージング法を用いた研究成果が多く報告されており、このような研究の主役の一つとなっていることを強く感じた。アメリカあるいはドイツの研究グループからは微小な探針を用いた一分子の分子内、分子間の力をフェムト~ピコニュートンのレベルで測定する手法が紹介された。また、ドイツのグループからは、この方法により蛋白中の一つのアミノ酸を直接取り出すことができることを報告しており、ナノスケールでの物理的なマニピュレーションが可能であるということを知って驚かされた。その他にも、X線を用いた方法や、レーザーラマン光を利用したものなど多くの報告があり、非常に興味深かった。

オプティカルカーシャッターによるPYPの時間分解蛍光測定  
大阪大学の研究グループからはオプティカルカーシャッ

ター法によるPYP(光負応答性バクテリア)蛋白の時間分解蛍光測定についての報告がなされた。この方法では、分子の蛍光減衰を時間と波長の2次元領域で観測でき、時間分解能もフェムト秒レベルまでのものが可能で、生体分子の光反応のダイナミクスについてより詳しい情報が得られるものと思われる。報告ではサブピコ領域の速い減衰過程およびスペクトル幅の減少の様子が観測されていたが、実際の生物試料での観測を行った例はこれまでに見た事がなく、今後の展開への可能性を感じた。

#### プロテインナノチューブの設計と合成

少し赴きの変わったところでは、早稲田大学のグループからのプロテインナノチューブについての報告が興味深かった。複数のアミノ酸による環化反応により生成する環状ポリペプチドが水素結合によりスタックした構造をしており、D-およびL-体のみを使用や2種類のアミノ酸の組み合わせにより異なった環構造のものが得られる。報告では計算による予測が主であったが、一部については実際に合成も行っていた。イオンチャネルへの利用を考えているとのことであったが、おもしろい構造を持っているだけに他の分野へのアプリケーションはないものかと考えさせられた。

この会議に参加して、生物関連の様々な研究に触れる事ができる機会に恵まれ、大変有意義であった。

## NEW LABORATORY MEMBER

# 新入研究員紹介



本年7月からレーザーバイオ科学研究チームに配属された谷口誠治と申します。平成10年3月に大阪大学大学院合成化学コースにおいて、ポルフィリン連結分子の光誘起電子移動反応過程をピコ~フェムト秒領域におけるレーザー分光測定により解析する研究により理学博士を取得致しました。平成10年4月から本年6月までは、科学技術振興事業団(ERATO)井上光不斉反応プロジェクトに研究員として従事し、主にフェムト秒パルスレーザーを用いた多光子励起による不斉誘導に関する研

レーザーバイオ科学研究チーム 研究員 谷口誠治

究を行いました。

現チームでは、主に光合成反応中心モデル化合物の高次の光励起状態からの電子移動移動過程のメカニズムを、フェムト秒分光法により解明する研究を行う予定です。この分野はいわゆる基礎研究に近いものですが、生体内の複雑な反応を明らかにしていくことは、将来的な生体機能分子システムの設計のためにも非常に重要な情報を提供する事ができるものと考えます。今後とも何とぞ宜しくお願いいたします。

掲載記事の内容に関するお問い合わせは、編集者代表  
藤田雅之(TEL&FAX:(06)6879-8732,E-mail:m Fujita@  
ile.osaka-u.ac.jp)までお願いいたします。