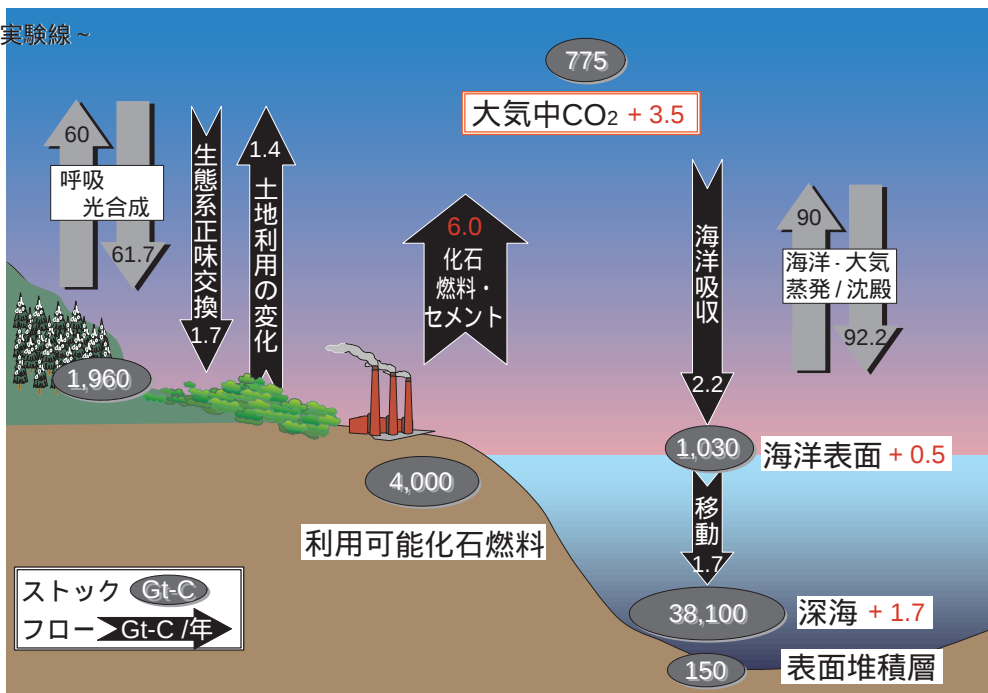


CONTENTS

地球環境問題と科学技術

- 平成11年度成果報告会開催さる
～産業界への応用に向けて邁進～
- 第17回先端技術施設見学会
～ファナック㈱とJR山梨リニア実験線～
- 『光と蔭』光と蔭のはざまに(1)
- 新入研究員紹介

【図】地球レベルでのCO₂の循環(黒色矢印はの正味CO₂の流れ、灰色の楕円はCO₂貯蔵量を表す。単位Gt-Cは、CO₂の炭換算値10億トンを意味する。出展: IPCC報告1995)



地球環境問題と科学技術

環境保全委員会 委員 吉村 進
総務企画委員会 委員

■環境関係6法案が可決

本年5月の通常国会で、『循環型社会形成推進基本法』を軸とする6本の環境関係法案が可決、成立された。かつて「わが国の環境法全体は、他国と比べて、比較的良く整備されている」との定評があった。それにもかかわらず新たな対応が必要となったのは、最近の環境問題が極めて深刻で、経済・社会システムの転換が要求されているということである。今日最も重要な地球環境問題は「地球温暖化」であろう。図に示したように、二酸化炭素(CO₂)等の温室効果ガスの大気中濃度が年々増加し、地球の温度がこの100年間で0.5～0.6℃上昇してしまった。さらに、最近の予想では、次の100年間には平均温度上昇が2.8～5.6℃と予想されている。

■地球再生計画の技術的基盤

1990年6月に通商産業省は、「産業革命以来の過去200年間に

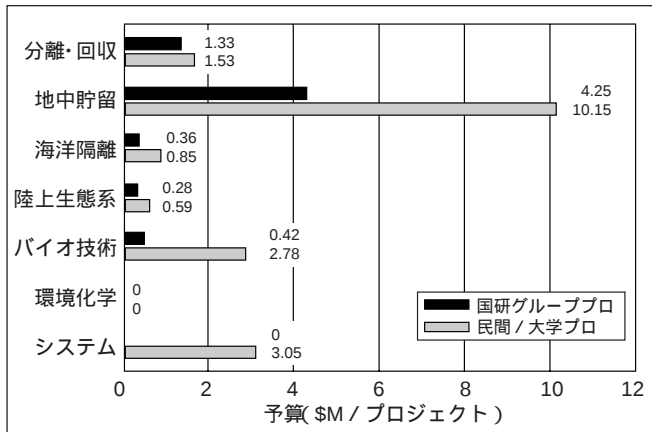
地球が被った被害を、100年かかって修復する」という、「地球再生計画」を発表した。(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)はこの計画を実現するために作られた研究機関である。1990年RITE発足と同時に開始されたプロジェクトのうち、「細菌・藻類等利用二酸化炭素固定化・有効利用技術研究開発(生物学的CO₂固定化)」「および」「接触水素化反応利用二酸化炭素固定化・有効利用技術研究開発(化学的CO₂固定化)」が昨年度で10年の研究期間を終えた。両プロジェクトで約190億円を支出し、参加企業・機関44、参加研究員延べ約1,900名という、正にわが国を代表する大型プロジェクトであった。化学的CO₂固定化プロジェクトでは、CO₂分離膜、メタノール合成触媒、固体高分子電解質型電解装置等、水素化触媒研究の分野で有力な要素技術が開発され、「個別要素技術の開発水準としては、高い目標をクリアし、国際的な評価が高い部分もある」との評価を得ている。(通産省公報№14559(平成12年6月15日))

次ページへつづく▶

(前ページよりつづく)

■ 米国エネルギー省の地球温暖化対策

一方米国では、エネルギー省(DOE)が地球温暖化に対処する技術開発「カーボン・マネジメント」を最近開始した。DOEは、先ずCO₂排出量削減のロードマップを掲げ、これを実現する戦略を明確に定めることから出発している。ロードマップでは、2015年および2050年の削減目標を1(炭素換算)ギガト



【図1】DOEが2001年から支出するCO₂削減プロジェクト予算

ン、4ギガトンと定め、2100年の排出量を1990年レベルに抑えようとしている。技術の要件として、安全性、高効率・信頼性、経済性(低コスト)一般の合意などが挙げられている。特に、世界中で使えるCO₂の削減技術として、1炭素換算トン当たり10ドルというコスト目標を、2015年までに実現することを要求している。次に、2001年より本格的なプロジェクトを開始すべく、予算を計上し、現在テーマの選定を行っている。特に、産官学の実質的な共同研究体制(バイ・ドールシステム)および民間企業の研究費拠出を伴う「民間活力の活用」などのシステムを活かした研究のしくみが特徴的である。

今年11月ハーグで開催されるCOP 6(国際連合枠組み条約の締約国会議)では、1997年の京都(COP 3)議定書の主要論点について具体的な合意を得ようとしている。わが国においても、最近、「炭素税」および「CO₂排出権取引」の議論が盛んになりつつある。COP 6の結論と今後の環境政策は、環境に関する科学技術の方向性を定めることになるであろう。10年前に地球再生の行動を起こしたわが国の技術が、最近参入した米国という強力なライバルに後れをとらないよう、今後益々発展を遂げることを期待したい。

((財)地球環境産業技術研究機構 理事・副所長)

平成11年度成果報告会開催さる

～産業界への応用に向けて邁進～

理論・シミュレーショングループ 研究員 古河裕之

■ 大阪・東京の2会場で開催

さる7月4日(火)および18日(火)の両日、大阪・千里ライフサイエンスセンターおよび、東京・虎ノ門パストラルにおいて、レーザー技術総合研究所の平成11年度成果報告会が開催された。

両会場ともに開会にあたり、山中千代衛研究所長が、「今の世の中はIT(Information Technology, 情報技術)ブームであり、ITさえできれば全てのことができる、といった(間違っ)た風潮にあるが、本当に大切なことは、ITを使って何を行うか、である。『何を行うか』がなければ、ITは単なる絵に書いた餅ではない。機は熟した。今こそ当研究所の真価が問われている時である。2つの研究プロジェクトおよび5つの研究チームとも、産業界への応用に向けての成果が整ってきた。本日の報告に対し、忌憚なきご意見をお願いしたい」とのあいさつがあった。

技術コ・ディネーターの井澤靖和氏からは、各研究プロジェクト、および研究チームで進行中の研究の概要、意義などが説明された。

■ 両会場での特別講演

大阪会場での特別講演は、大阪大学大学院工学研究科電子情報エネルギー工学専攻教授の栗津邦男氏により行われた。

このたび、大阪大学の研究施設となった自由電子レーザー研究所における、今後の研究計画、特にバイオメディカル分野への応用について熱演された。自由電子レーザーの波長可変性を活かし、それぞれの生体物質に適した波長のレーザーを照射し、アブレーション特性などを評価した結果など、今後、大いに期待できる内容であった。

東京会場での特別講演は、大阪市立大学大学院理学研究科物質分子専攻教授の中島信昭氏により行われた。

高強度レ・ザ・が開く新しい化学応用として、最近話題となっている、ク・ロン爆発、ダイオキシン類の計測などについて熱演された。多光子吸収、ホット分子などによる新しい物質の生成、ク・ロン爆発など、高強度レ・ザ・でなければ実現できない現象について詳しく説明された。特に、高強度レーザーを用いたダイオキシン類の計測は、今後の展開が期待される内容であった。

■多岐にわたった研究員の報告

当研究所の研究成果報告は、大阪、東京会場とも口頭で8件ずつ(内6件は両会場で報告された)、ポスターで13件行われた。

プロジェクト研究の一つ、レーザーを用いた環境問題への取り組みについて、環境計測のために長距離の白色光発生チャンネルリングが観測されたこと、将来的には熱的影響の少ない光パラメトリック増幅(OPCPA)を用いること、4種類の気体成分とエアロゾルの同時計測を実証する計画である、ことなどの報告がされた。

レーザーを用いた避雷技術の開発について、レーザー誘雷をより確実なものにするために強電離プラズマと弱電離プラズマを用いたハイブリッド方式を提唱し、紫外光レーザーによる長尺プラズマの生成、ハイブリッド方式による放電誘導特性の向上についての発表があった。

その他、レーザーロケット推進について、小型ロケットの打ち上げを行うために必要な推進力を得るために、モードロックレーザーを用いたアブレーションにより生じる推進力について定量的な報告が行われた。

また、レーザーアブレーションによる表面物質除去について、その実用化のために重要なポイントとなる、除染効果、生成物の回収、ファイバー中でのレーザー光伝送能力などを評価した。除染効果については、シミュレーションによる評価も報告された。



ポスター発表のようす

加えて、フェムト秒レーザーアブレーションのシミュレーションについても、報告があった。

また、位相共役光を用いたダイナミックホログラムの発生に関する報告、第二高調波発生用非線形光学結晶の劣化に関する研究報告も行われた。そして、レーザー超音波法による金属材料の疲労劣化検出に関する研究報告も発表された。

最後に、フラビン蛋白やロドプシンにおける超高速時間分解蛍光測定に関する報告があった。

全体として幅広い分野を網羅しており、基礎だけでなく実用に向けても着実に成果を上げてきていることを、当日ご来場下さった方々にはご理解いただけたものと思う。

NEWS

第17回先端技術施設見学会

～ファナック(株)とJR山梨リニア実験線～

共同研究員 中塚正大

今回の見学会は9月13日(水)午後～14日(木)に実施され、ファナック(株)、JR山梨リニア実験センターを見学させていただいた。会員企業その他から21名の参加があった。

■ファナック(株)工場見学

ファナックは富士山麓北側の富士吉田の近く、120万㎡の敷地に展開する自動制御機器と生産システム製造の総合メーカーである。企業のキーワードは“FA and Robots”で生産機械システム(エンドユーザーの必要とするシステムのOEM生産)と個別自動機械ロボットを出荷し、世界の70%のシェアを占め、国内用と海外向けでほぼ半々の生産である。世界の70%を超すロボットが日本にあると言われているので、海外のほとんどはファナックの製品であるかも知れない。数値制御機器を世界に先駆けて開発してきた意気込みが感じられた。また、利用者の教育用学校も備えられている。

見学では電子、サーボモーター、ロボット、産機、重機械、成形、レーザー工場などを見せていただいた。説明には軽部規

夫常務取締役(レーザー研究所長)に直接、長時間にわたり見学のお世話をいただいた。ファナックの概要についてはホームページ(<http://www.fanuc.co.jp/>)にもあるので見学で感じた企業の特徴を記したい。

工場は山麓の深い林の中に点々と建設されており、建物の高さは国立公園の中である規制からかそんなに高くはなく、極めて自然に溶け込んだ姿を見せている。歴史的理由で企業カラーは黄色で、工場建屋内外の壁、自動車、工作機械、その他諸々が統一されており文字どおり異色の工場であった。生産の形態は各工場内に倉庫域、運搬機械、製造組立域がそれぞれ一カ所に(多分生産概念で)統一的に設置され、ほとんど無人状態で運転されている。工場によっては72時間(金土日など)の連続無人運転が可能で労働生産性の向上を図っている。ロボットの働く効率を労働生産性と言えるかどうかは筆者の知識が及ばぬところではあるが、一般企業に比較して対人利益率は2～3倍に達していると思われる。

次ページへつづく▶

(前ページよりつづく)

■ 安定性と高効率を確保

ロボット機械の月当たりの稼働不良をフィールド障害率と言って、'85年には「0.05以下(20ヵ月に1度)」から'00年には0.01以下(なんと100ヵ月に1度)を達成しているそうである。もちろん工場に100台のロボットが働いていると月1度程度の動作不良が発生するので技術者が対応することとなるが、それにしても安定したシステムである。これらの作業を数ヵ所ある研究所群が支援・指示している。

工場が大型化や複雑化するにつれて、工場内を分散制御する方が製品のモデルチェンジや再教育に有利なので、最近では倉庫・運搬・製造・組立を1セルにまとめ、工場内が数セルのロボット群として再組織されているようである。

生産機械の生産が基本なので産業界全体の設備投資の大きさで生産量は決定され、全般的には経済界の景気の波はそのままこの企業の成長を左右している。しかしロボットが利益を生み出している企業というのは未来社会の良いところも悪いところも映し出しているのかも知れない。この企業そのものを研究対象とする経済学者がいてもいい。

■ レーザー分野の現状と今後

レーザー関連では、MHz高周波放電励起の6kWまでのCO₂レーザーと4kWまでのCWおよびパルスYAGレーザーを生産している。最近では通商産業省のフォトンプロジェクトに参加し、LD励起のスラブ型YAGレーザーを開発しており、来年度には10kW出力が効率20%以上、装置体積0.5m³以下で達成される。プロジェクト関連の研究領域は見学できなかった。

CO₂レーザーは1kWから順次1.5、2、4、6kWと厚板加工を目指し、ガスやプラズマ加工法と競合して開発が進められてきた。現在では自動制御リニアモーターシステムとの結合で薄板加工も視野に入れ、高速化加工では金型を用いた板金法の2倍以上の製造速度を実現し、ユーザーにレーザー法を見直させている。

現在の生産量はCO₂レーザーが月産65台、フラッシュランプ励起YAGレーザーが10台、継続的に出荷されている。61年からの総生産台数は4,900台に達した。他の生産機械に比べてレーザー生産はいまだ労働集約型になっていると軽部常務は残念そうであった。

レーザー光の「自由空間伝搬は諸悪の根元(ユーザーからのクレームの原因の中心)」であると考えられ、YAGレーザーでのファイバー利用に期待を寄せられている。また機械制御で培った自動制御技術を(加工体の応答データも含め)レーザー制御技術に展開している。使用者自身による加工データバンク作成に容易な制御・記憶装置を提供したいらしい。レーザー装置駆動と密着しているので制御装置だけの販売はしていない。

工場全体はかなり清浄に保たれ、精密機械もしくは光学機械工場の将来像を示していた。冬季の環境条件も考える空調に要する費用も相当と思われた。

見学者からの質問と回答をいくつか紹介して終わろう。

Q；レーザー装置のロボット生産の可能性のための集積化設計について：



見学会参加者集合写真

CO₂レーザーの一部にはケーブルレスの設計を取り入れ成功している。

Q；生産自動化による歩留まり率の向上について：

詳しくは言えないが部品レベルでは良品率は上がっている。

Q；固体レーザーの将来について：

波長依存性を問題にする課題は少ないので、固体化、小型化、ファイバー応用による光源装置の集中設置などはレーザーを生産工場に持ち込む有力な条件を与えている。またファイバー導光はロボットとの相性がいい。

Q；LDエネルギーの直接利用について：

アレーLDのコヒーレント化には強い興味を持っている。

最後に、軽部常務の終始にこやかな表情の中に、きらっと光る自信の顔つきはこの企業の姿勢とその将来を示しているようであり感慨深かったことを記しておきたい。

■ 山梨リニア実験線

大月駅近くに鉄道技術総合研究所とJR東海㈱の主管する山梨リニア実験線がある。総延長18.4km(最終計画42.8km)で時速500kmを達成したニュースは耳新しい。見学は鉄道技術総合研究所の澤田氏が歴史と開発計画を話され、長谷川氏にも見学に付き添っていただいた。

超伝導コイルの形状にはいろいろの特許にもなっている工夫が凝らされ興味深いものがあった。構造的には電車線の側壁に設置された電磁コイルと車体上の超伝導コイル、電車線は下部はコンクリート製で時速150kmまではゴムのタイヤが車体を支える。側壁の電磁コイルは推進力用と浮力用からなり、後者は8の字型をしている。タイヤ推進時は車体コイルは8の字の中間にあり浮力を発生しない。タイヤが引っ込むと車体は少し沈み8の字の下半分からの反発力によって浮力を発生する機構である。10cmほど浮いて走るらしい。推進力は超伝導コイルの誘導電流の(進行速度に依存する)位相を感知しながら地上コイルの位相を制御することによって、コイル間の反発吸引駆動力を制御する。地上コイル群は450m毎にパッケージ化され、地上局から励起通電されている。

■ 広大な実験施設

試験線路の多くはトンネルで区間内には適当な傾斜部分も構成されている。観測棟のあるエリアはトンネルに挟まれた数km

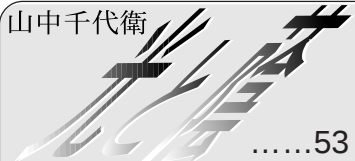
の区間にあり、遙か左手のトンネルから大きな橋梁を経てこちらへ向かってくる。右手はすぐにトンネルに入ってしまう。見学は観測指令棟の屋上からで、そこには試験車の位置、時速などを示す大型の表示器があり、もうすぐ列車が近づくことがわかるようになっている。「もうすぐ通過します」との澤田氏の声にあわせて写真を撮ろうとするが、本当にあっという間に接近し通過してしまう。すぐ横で聞く騒音は思ったほどではなく、屋内で説明を聞いているときには通過時に「ドーン」というショック音を感じていたのは嘘のようであった。超低周波数の音波が出ているようである。

■実用化に向けて

開発課題は騒音、建設と運用コスト、磁気遮断、トンネル入り口での風圧(車体先頭の形状やトンネル入り口の構造に依存している)その他政策的には土地購入などいくつかあるが、現在是对向走行やルーチン運転での種々のデータベースを蓄積しているところらしい。空気抵抗は速度の2乗で増加するので新幹線の3倍に達する。地上局は責任を持って運転を担当しているのは3人で良いらしく、データ収集に往復運転を繰り返していた。このシステムでは運転手は本質的には不要で、すべて

次ページへつづく▶

山中千代衛



光と蔭のはざまに(1)

レーザーは1960年、科学技術の場に新しい光を登場させた。それから40年レーザーは目覚ましい発展をとげ、21世紀は光の時代とさえ言われている。筆者はレー

ザー生誕に相前後して大阪大学の教授に任ぜられ、山中研究室を開設し、若い研究員とともに光による、光のための、光る実験室、Laboratory for the worldの完成を夢見た。それ以来あっという間に半世紀の年月が流れ、今年、喜寿七十七歳という年齢を重ねることになった。心は若いつもりでも、かつての馬力は望むべくもない。

今度皆さまのご推挙により叙勲のご沙汰を拝し、この春勲二等瑞宝章の光栄に浴した。ひとえに先輩、同僚、門下生に恵まれ、その上レーザー揺籃期に遭遇した幸運によるものである。人生は運と努力が鍵になる。まさに天の時、地の利、人の和が大切である。ご支援、ご協力賜った方々に心より感謝申し上げる次第である。

この50年、筆者の学究人生は大阪大学と新設のレーザー核融合研究センターでの研究、社団法人レーザー学会の創立、阪大退官の時に設立された財団法人レーザー技術総合研究所における活動、阪大退官後の姫路工業大学での学長職からなっている。この年月の記録としては、1983年出版の「レーザー研究10年の進歩」と1988年刊行の「金剛」と「光と蔭」である。レーザー核融合については前二者に詳しく述べられている。当時を回想すると、新エネルギー開発への意欲が脈々と蘇ってくる。石油危機のショックにより官民あげての核融合フィーバーがあり、福田赴夫大臣からは「資源有限、人智無限」の揮毫を頂いた。文部省においては手塚晃、大山超、大門隆各氏はじめ歴代の関係諸官から可能な限りの援助を頂戴したものである。産業界からも幅広いご支援をうけ、なかでも日本電気の小林宏治会長、関本忠弘社長からは当社は「C and C」がテーマだが、レーザーは別だ。エネルギーもやるという訳で、激光M号、激光号の建設やスーパーコンピューターの設置など全社をあげての協力があつた。

内に研究者の志気きわめて高く、外からは伏見康治、宮島龍興、山本賢三ら先生方のご理解を賜り、研究成果はまに見るべきものがあつた。世界に魁けて達成した事項を列举すれば、まず異常吸収の発見がある。Gordon会議にGodloveの手引きで初めて単身乗り込んだ記憶がある。レーザーガラスとしては非線形熱屈折率の小さい高性能のリン酸ガラスを開発した。これには保谷硝子の手厚い協力があり、世界の核融合用のレーザーはすべてこの方式になった。ついで有名なのがランダム位相板によりレーザーのコヒーレンスを抑えたビーム均一化の研究である。これも世界を風靡した。またレーザーターゲットの製作技術、わけても三重水素化プラスチックの開発は米国から技術供与を求められた。核融合中性子発生ダービーでは 10^{12} を記録し、米国リバモア研究所は「阪大レーザー研(ILE)打倒キャンペーン」をはる始末であつた。何といっても圧巻は、燃料圧縮密度200 g/ccの実現である。これは1972年以来エドワード・テラーが課したレーザー核融合の命題で、激光号の成功は積年の目標達成を意味し、慢性核融合の可能性が夢でないことを全世界に認識させたのである。これは1991年の第1回テラー賞の受賞につながった。さらに間接照射方式のキャノンボールターゲットは、米国が長らく秘匿していたホーラムターゲットの秘密価値を一挙に無にした快挙である。1988年筆者が中心になってまとめたマドリッドマニフェストはレーザー核融合の機密解除を米国に要請し、国際協力の可能性を示唆したものであるが、さしもの米国エネルギー省も遂に機密解除に踏み切らざるを得なくなった。科学に秘密があつてはならない。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

(前ページよりつづく)

が地上局で制御できる。まあ運転手は自動運転式の飛行機のパイロットのようであろう。

今後数年の試験を経て実用化への道が始まると思える。担当者の明るい笑顔は先端技術に取り組む人特有の自信にあふれていた。



ファナック㈱中央テクニカルセンター外観



高速で走行するリニアモーターカー実験車

一泊の見学会は参加者の交流にも意義深いものがある。参加企業が多業種多分野にわたるため、はじめて得る情報も多く、また知己を得る機会でもある。数年ぶりに出会えた方、すぐに仕事のつながりを求める人、いろいろな情報が飛び交いおもしろく、かつ意義深い一日半であった。

(大阪大学レーザー核融合研究センター 教授)

NEW LABORATORY MEMBER

新入研究員紹介

理論・シミュレーショングループ 研究員 佐伯 拓



私は大阪出身の佐伯拓(27歳)です。1995年に大阪大学大学院工学研究科博士前期課程電磁エネルギー工学専攻、97年に名称改め電子情報エネルギー工学専攻の博士後期課程へと進みました。博士課程では同大学レーザー核融合研究センターにて中井貞雄教授のもと、ガラスレーザーにおけるハイパワービームの伝搬・制御に関する研究に従事しました。2000年3

月に博士課程を修了し、工学博士の学位を取得しました。同年4月から9月まで、大阪電気通信大学で非常勤講師を務めました。

超高強度短パルスレーザーの著しい発展のため可能となった応用の1つである高速点火方式の研究が日本、ヨーロッパ、米国などで活発に進められており、核融合の点火・燃焼を目的とする動きが各国で盛んであります。これら高ピーク出力レーザーシステムの開発には、計算機を用いた光パルスの伝搬増幅過程における線形・非線形現象シミュレーションは必要不可欠です。博士前期課程・後期課程ではレーザー核融合用ガラスレーザーシステムにおける光パルスの線形・非線形媒質中の伝

搬増幅に関する研究に従事しました。具体的には、高出力、高効率、コンパクト、高品質ビーム出力のマルチパス増幅システムの設計、レーザーシステムにおける制御されない自然放出増幅光の低減、部分コヒーレント光の増幅過程における自己収束、および、超短パルスレーザーの非線形媒質中の伝搬に関する研究を行いました。

今後は、博士課程での研究を生かし、(財)レーザー技術総合研究所で太陽光励起レーザーのシミュレーション、超短パルス光に関する研究、光伝搬コードの商品化を進めていきたいと考えています。当研究所に迎えていただき、ありがとうございます。研究所と産業界の発展に寄与できるよう努力しますので、今後ともよろしくお願いいたします。



10月26日は原子力の日です。

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:mfujita@
ile.osaka-u.ac.jp)までお願いいたします。