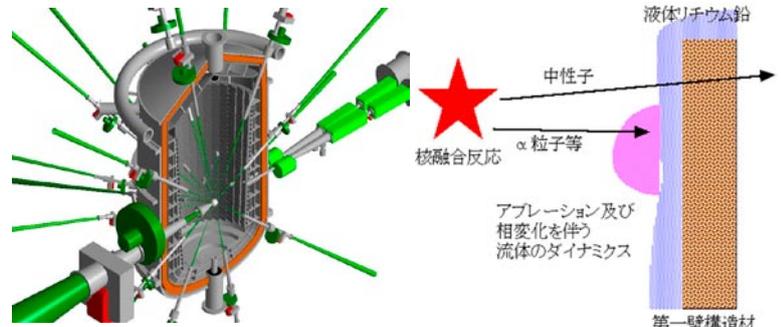


CONTENTS

- 高速点火レーザー核融合炉液体壁チャンバー内のアブレーション及び粒子のクラスター化の評価
- 融合光新創生ネットワーク
- 【光と蔭】「日本はたじろがない」
- レーザー技術総合研究所 平成19年度 所内表彰
- 主な学会報告予定



【表紙図】

(左)高速点火レーザー核融合炉KOYO-fastの液体壁チャンバーの概念図
 (右)KOYO-fastの液体壁チャンバー第一壁近傍で起こっている現象の概念図

高速点火レーザー核融合炉液体壁チャンバー内のアブレーション及び粒子のクラスター化の評価

理論・シミュレーションチーム 古河裕之

■レーザー核融合炉液体壁チャンバーにおける研究課題

レーザー核融合炉チャンバー液体壁は、ナノ秒程度の瞬間的な核融合燃焼から放出されるX線、 α 粒子、デブリ粒子等のパルス出力の照射を受ける。レーザー核融合液体壁炉の概念の成立条件を評価するためには、液体壁のアブレーションと飛散金属蒸気の排気(液体壁面での金属蒸気再凝縮による許容チャンバー蒸気圧までの排気時間等)過程の理解が不可欠である。

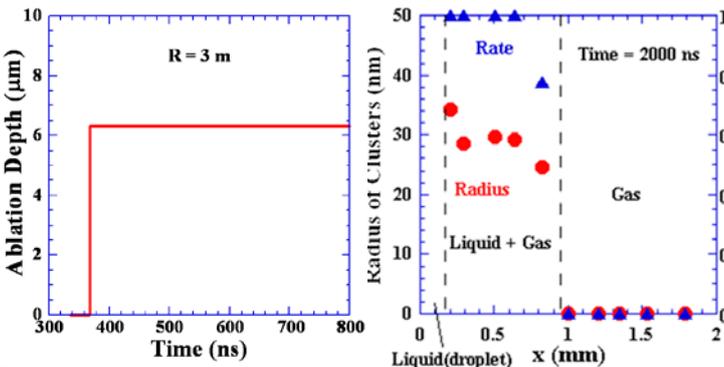
ここで問題となるアブレーション量及び飛散物質の挙動は、液体壁表面へ入射するイオンのエネルギー構

成(核融合出力の20%強)と液体壁の自由界面形状に強く依存する。特に高速点火方式では、燃焼過程から直接洩れ出てくる高エネルギー α 粒子の割合と、金属コーンによるX線、 α 粒子、デブリ粒子のエネルギーの吸収量の評価が問題である。またアブレーションした液体金属蒸気は、チャンバー内に飛散する過程で一部クラスター化しながら、液体壁表面で再凝縮する。以上のような液体壁のアブレーション現象と金属蒸気の排気挙動について、要素過程の理解と総合的な評価に必要なシミュレーションコードを開発し、高速点火レーザー核融合炉(KOYO-fast)の液体壁チャンバーについて評価を行った。

■シミュレーション結果

図1は、KOYO-fastの液体壁のアブレーションのシミュレーションにより得られた液体壁のアブレーション厚さの時間発展である。アブレーション厚さの時間発展が階段状になっているのは、液体金属の剥がれ現象を表しており、荷電粒子によるアブレーション特有の現象である。

図2は、KOYO-fastの液体壁のアブレーションのシミュレーションにより得られた、液体壁表面付近のクラスターの半径と凝縮率の空間分布である。図2から、クラスターの半径は30 nm



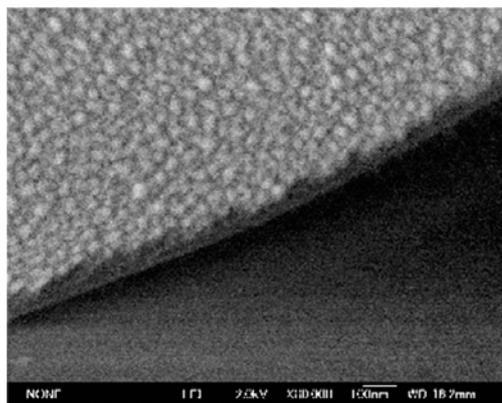
【図1】(左)KOYO-fastの液体壁のアブレーションのシミュレーションにより得られた液体壁のアブレーション厚さの時間発展

【図2】(右)液体壁表面付近のクラスターの半径と凝縮率の空間分布

次ページへつづく▶

程度であることがわかる。プルームは液体部分、液体と気体の混合部分、及び気体部分から成りたっている。

図3は、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターにおいて行われた、液体壁のアブレーション現象の模擬として行われた放電実験のSEM画像である。基板に10ミクロン厚さの鉛を蒸着し、放電して鉛蒸気を飛散させ、【図3】(左)液体壁のアブレーション現象の模擬として行われた放電実験のSEM画像



2mm程度離して置いてある別の【図4】(右)図3の実験に対応したシミュレーション結果(空間分布)基板に付着させた時のSEM画像である。図3から、まず気体が基板に到達し、その後直径数十nm程度であるクラスターが付着していることがわかる。

【図3】(左)液体壁のアブレーション現象の模擬として行われた放電実験のSEM画像
【図4】(右)図3の実験に対応したシミュレーション結果(空間分布)

図4は、上記の放電実験に対応したシミュレーションの結果である。Z=0の位置の薄膜がZ軸の正負両方向に膨張した場合を示す。縦軸左側はクラスターの直径(mm)、右側は凝縮率を表している。凝縮率が1の場合、液体状態、凝縮率が0の場合、完全気体であり、中間値はクラスター生成領域である。この結果より直径40 μm以下のクラスターが生成されることを示唆し、実験と

シミュレーションは、良い一致を示した。

■今後の課題

液体壁表面付近に生成されたプルームは、チェンバーの中心近傍に向かって飛散し、お互いに衝突する。その際に、クラスター同士が衝突し、大きな液滴を生成すると、排気に大きな支障が生じる。どの程度プルーム同士がチェンバー内で衝突するのか、衝突したプルームはその後どのように振舞うのか、詳細な評価が必要である。

融合光新創生ネットワーク

大阪大学大学院工学研究科教授 兼 日本原子力研究開発機構光科学推進センター長 兒玉了祐

■光科学技術の一層の発展を目指す

平成20年度より、わが国の光科学技術をより一層発展させるため、文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」がスタートしました。このプログラムで全国に2つの光科学技術のネットワーク拠点が認められました。1つは東京大学を中心とした関東のネットワークです。もう1つが日本原子力研究開発機構・関西光科学研究所、大阪大学、京都大学、自然科学研究機構分子科学研究所による関西を中心としたネットワークであり「融合光新創生(ゆうごうひかりしんそうせい)ネットワーク」です。本事業を強力に推進するため、このネットワーク内には新たに幹事機関である日本原子力研究開発機構に光科学推進センターが、人材育成・社会連携幹事の大阪大学に光科学センターが今年度スタートしました。

■関西は世界的にも高いレベル

もともと関西は、光科学に関する研究が極めて盛ん

です。光学、レーザーに関係する研究者数が日本で最も多いといわれていますが、研究者の数だけでなく、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターにあります世界有数の高出力レーザー、原子力研究機構の世界最高レベルの超高強度レーザー、理化学研究所SPRING8やX線自由電子レーザー施設など重要な大型研究施設も関西には多くあります。また光デバイス・材料技術のレベルも高く、Nature、Scienceなどの重要な論文にそれら多くの成果が掲載されています。

さらにこれらの光技術を利用して、光核科学やレーザー核融合、原子制御からナノスケールのX線光学、ナノフォトニクス、光化学、生物・生命から医療応用、光情報通信さらにはレーザーを使った宇宙物理実験など幅広いスケールと分野にわたる学際性豊かな研究が関西で生まれ多くのプロジェクト研究がなされています。

これら光科学に関する基礎から産業応用に至る幅広い成果は、世界的にも高いレベルにあり注目され

ています。

■世界的な技術と人の有機的連携

光科学技術の世界拠点を目指し、これら世界的な技術と人の有機的連携をとり、新しい光源を開発し利用することが融合光新創生ネットワークの目的の1つです。ナノフォトニクス、パワーフォトニクス、プラズマフォトニクスの融合によりテラヘルツからX線に至る電磁波および量子ビームを発生する高品位高輝度光源 (high QQuality ADvanced RAdiation Sources: QUADRAs) を開発します。その要素は、医療応用などが期待されている先進量子ビーム源、加工用レーザー、量子制御同位体分離などを目的としたレーザーや中性子源、レーザー核融合ドライバーからガンマ線-ガンマ線コライダーに必要な高強度レーザーシステムに役立つ技術です。

■10年先を見越した融合による光新創生

本プログラムでは、さらに学際性豊かな関西の光科学の環境を生かしつつ光源開発を通じて、学術創成から新産業基盤創出など、学術から産業界までの光社会の将来を担う若手リーダーの人材育成を本事業で推

進しようとしています。10年先を見越した融合による光新創生を目指しています。昨年から世界的に景気後退の波が押し寄せています。このような100年に一度とも言われています景気の動向に対応するには、長いスコープで将来を担うグローバルな視点をもった人材育成は必要不可欠です。予期せぬ社会経済情勢の変化にも、それに左右されない我が国を支える盤石でかつ新しい基盤技術開発と人材育成を行いたいと思います。

■産官学研究機関と更なる連携

光科学技術は核科学などの基礎分野、環境・エネルギー、ナノ材料科学、生物・生命科学、光通信技術をはじめ量子情報などとあらゆる分野において重要かつ必要不可欠な基盤技術です。また従来の枠にとられない分野横断型の科学技術です。まさにパラダイム変化や新たな学術・産業展開を可能とする合従連衡戦略に最もふさわしい科学技術といえます。本ネットワークは、4機関に限定するものではなく(財)レーザー技術総合研究所を始め多くの産官学研究機関と更なる連携により、光科学技術の一層の発展と分野横断の新たな創造の一助となればと思います。

山中千代衛



……145

「日本はたじろがない」

全世界は挙げて経済不況のまっただ中にある。昨年米国で発生した「100年に1度の大津波」は金融不安を引き起こし、消費も投資も貿易もストップし、経済は収縮、株は暴落、人々は先行き不安の中に1920年代の世界大不況を連想し恐怖におののいている。資本主義が次第に肥大化し、新自由主義を信奉した米国では人の欲望に歯止めがかからなくなり、利益追求こそ繁栄の道と考えた結果、ついにウォール街でバブルが暴発し、グローバル化した世界経済は忽ち危機に落ち込んでしまった。

20年前の東西冷戦の終結を契機に、共産主義を打倒した資本主義は豊かさと利便性を人々にもたらしたが、サッチャーとレーガンに代表される市場原理主義は積極的に利殖を優先し、いわゆる金融工学を駆使して拡大しつつ、ついに行き着くところが今度の大破局となった。

わが国は1990年代のバブル崩壊後不況脱出を目指して10年の苦闘の後、小泉構造改革の効果により経済は活性化と効率化を果たし、いざなぎ景気を越える戦後最長の好景気を実現した。やっと軌道に乗ったこの秋に、米国発の金融ショックが日本を直撃した。ジャーナリズムは、その特性としてセンセーショナルに全世界不況の報道に大わらわである。しかし日本はたじろがない。わが国の主要都市すべてが瓦礫の焦土であった廃墟から今日の繁栄は何によって達成されたのであるかを考えると、答は自ずと明らかである。この60年余りで不死鳥の如く蘇った新生日本の復活は、日本人に不動の自信とゆるがぬ力量を与えるものである。いかなる過酷な状況に置かれても、自らの力量でその危機を克服することは可能だと証明済みなのである。それだけのポテンシャルはわが国民に備わっているのだから、今こそ国の将来のビジョンを打ち建てピンチに対応することが肝要である。

米国は黒人初のオバマ大統領の下で変革の旗を立てようとしている。わが国はいかにすべきか。時代は大きな転換を求めている。それはエネルギー立国を目指した新エネルギー技術の確立である。太陽光と原子力と究極のエネルギー源核融合による発電を計画的に推進する一大政策を求めたい。エネルギー安全保障を将来に見据えた国づくりが不可欠である。このために大切なのは長期ビジョンを持った教育大国の実現である。すべては人で決まる。戦後60年余りわが国の教育は反省すべき点が多いのである。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

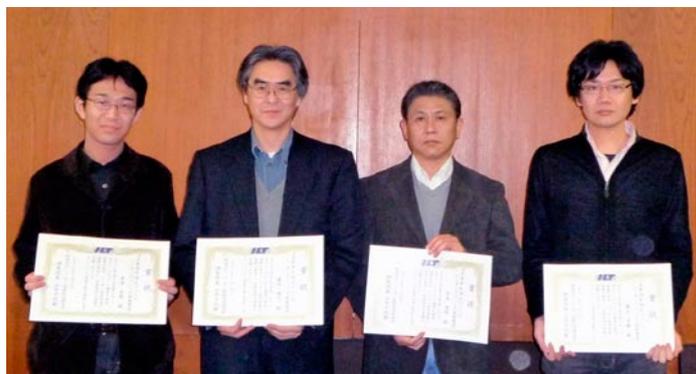
レーザー技術総合研究所 平成19年度 所内表彰

レーザー技術総合研究所では毎年、一年間を通じて最も優秀な研究成果を取めたグループおよび個人を所内表彰しています。審査は当該年度における研究成果、学会賞などの受賞の有無、公募研究などの採択数、プレス発表など一切の事情を考慮して、研究員による投票の結果、平成19年度については下記の方が選ばれ、12月に山中千代衛所長より表彰状などを授与されました。受賞された方々が今後ますます大きな研究成果を上げられることを祈念いたします。

(1) グループ表彰

テーマ名：「多層MEMS ウェハのレーザーダイシング技術開発」

受賞者： 東北大学：田中秀治 准教授
 阪大レーザー研：宮永憲明 教授、井澤友策氏、鶴見洋輔氏
 レーザー総研：藤田雅之



【写真1】グループ表彰、左から井澤氏、藤田、宮永氏、鶴見氏

【受賞理由】 東北大学、阪大レーザー研ならびに産業界との協力の下、3年間のNEDOプロジェクトを遂行し、レーザーダイシング実用化の目途をたてた。同時にレーザー総研におけるレーザー加工のインフラ構築、産業界からの技術相談への協力等、レーザーの産業応用に対して大きく貢献した。

(2) 個人表彰

テーマ名：「EUV光源開発のシミュレーション」

受賞者： 砂原 淳

【受賞理由】 Snの原子データを元に、励起レーザー光の波長、パルス幅、および強度に対するEUV光の発光強度を計算し、10.6 μ m CO₂ レーザーにより効率4%、更には8%までの実験条件への指針を明らかにし、次世代LSI製造への足掛かりを得た。また、他の課題も併せ個人としてこの一年間、最もactiveに研究を行った。



【写真2】山中所長(左)と個人表彰の砂原

主な学会報告予定

- 3月17日(火)～19日(木) 電気学会全国大会
 藤田 雅之「積層MEMSのためのパルスレーザー支援デブリフリー低ストレスダイシング技術の開発」
 島田 義則「レーザー超音波リモートセンシングを用いたコンクリート内部欠陥探傷実験」
- 3月27日(金)～30日(月) 日本化学会第89春季年会
 ハイク・コスロービアン 「過渡吸収測定によるPYP光サイクル反応の初期過程の研究」
 谷口 誠治「C1蛋白質の超高速蛍光ダイナミクス」
- 3月27日(金)～30日(月) 日本物理学会 第64回年次大会
 古河 裕之「レーザー核融合液体炉壁チャンバー内のアブレーションプラズマの衝突に関する考察」
- 3月30日(月)～4月2日(木) 応用物理学会 第56回応用物理学関係連合講演会
 李 大治 「Improvement of Smith-Purcell Free-electron Laser」
 染川 智弘「フェムト秒レーザーによる誘電体表面への微細構造の波長依存性」
 古瀬 裕章「液体窒素直接冷却Yb:YAGを用いた全反射アクティブミラーレーザー」
 本越 伸二「低温条件下における光学材料の損傷閾値(4)」
 「大口径マルチモードファイバを用いた高出力パルスレーザー伝送(4)」