



小特集 高速点火レーザー核融合実験の進展～過酷環境下での計測技術の発展から見えてきたもの～

5. 高速点火レーザー核融合実験の進展

5. Progress of Fast-Ignition Laser Fusion Experiment

藤岡 慎介, FIREX プロジェクトチーム

FUJIOKA Shinsuke and FIREX Project Team

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター

(原稿受付: 2014年 8月28日)

大阪大学レーザーエネルギー学研究センターでは、世界最大級のペタワットレーザー LFEX を建設した。LFEX レーザーは 1 ピコ秒のパルス幅で 3 kJ 以上の出力が可能であり、ナノ秒のパルス幅を有する激光 XII 号レーザーに併設されている。高速点火方式のレーザー核融合の研究 (FIREX: Fast Ignition Realization Experiment) が、本装置を用いて実施されている。LFEX レーザーから核融合燃料の内部エネルギーに変換される割合を加熱効率と呼び、高速点火方式において重要なパラメーターである。この加熱効率を定量的に評価し、効率向上への指針を明らかにするために、一連の実験が行われた。高強度レーザーと高エネルギー密度プラズマおよび相対論的電子ビーム間の様々な相互作用および不安定性の結果として決まる加熱効率を、本研究では、三つの計測可能な物理量の積で近似した。第 2 章から第 4 章で紹介した各種の新規計測技術を用い、上記の 3 つの物理量を計測し、相対論的電子ビームの低エネルギー化が、FIREX プロジェクトの目標達成において最も重要であることを明らかにした。

Keywords:

fast Ignition, FIREX project, high intense laser, heating efficiency, relativistic electron beam

5.1 はじめに

高速点火方式は、中心点火方式と比べて少ないレーザーエネルギーで、高い核融合エネルギー利得が得られる可能性があり、レーザー核融合炉の実現にとって非常に魅力的な方式である [1, 2]。高速点火レーザー核融合方式は、三段階で構成される。第一段階では、波形整形されたナノ秒のレーザーパルスで球殻状の核融合燃料を爆縮し、超高密度 (典型値は $300-400 \text{ g/cm}^3$) の核融合燃料を生成する。第二段階では、核融合燃料が超高密度を維持する時間内 (典型的には 100 ピコ秒) に、核融合燃料をピコ秒のレーザーパルスで加熱する。第三段階では、加熱された核融合燃料の一部が核融合点火し、点火部から放出されるアルファ粒子によって周囲の燃料が加熱され核燃焼が起こる。

高速点火方式では、レーザー・プラズマ相互作用によって、大電流の相対論的電子ビーム (Relativistic Electron Beam: REB) を発生させ、この相対論的電子ビームで核融合燃料を加熱する。高速点火原理実証 (Fast Ignition Realization Experiment: FIREX) プロジェクト [3] のゴールは、上記の第二段階を原理実証することである。具体的な数値目標として、高強度レーザーパルスで、固体密度以上の高密度プラズマを点火温度の 5 keV まで加熱することを掲げている。

本章では、本小特集のまとめとして、第 2 - 4 章で詳説した各種計測技術を利用し、激光 XII 号レーザーおよび

LFEX レーザー [4] を用いて実施されている FIREX プロジェクト実験の進展を報告する。

5.2 FIREX プロジェクト実験における加熱基礎実験の重要性

加熱用レーザーのエネルギーが、核融合燃料の内部エネルギーに変換される割合を加熱効率と呼び、高速点火方式の優位性を評価する上で最も重要な指標の一つである。爆縮で生成した高密度核融合燃料を高速点火方式で加熱し、核融合反応を起こす実験を統合実験と呼ぶ。統合実験 [3-5] および統合シミュレーション [6, 7] で加熱効率を直接計測する試みが行われきたが、幅広い時間・空間スケールにまたがる複数の物理現象が複雑に絡み合う高速点火方式において、統合実験だけで加熱効率を評価するのは精度に欠け、加熱効率の更なる向上に向けた指針を明らかにすることも困難である。

複数の研究グループによって、相対論電子ビームの発生 [8-11] および伝搬 [12, 13] など、高速点火方式の素過程の理解をめざした基礎実験が行われてきた。更に進んで、加熱効率向上させるためのアイデアを検証するための基礎実験も実施され、外部印加された磁場 [6, 14-17] による相対論的電子ビームのガイディング、ダブルパルス照射 [18, 19]、プラズマの温度勾配 [20] およびプラズマ材料の境界 [21, 22] で誘起される自己生成磁場を利用した高速電

子のガイディングなどが研究された。

これら基礎実験の大半は、常温の固体平板のターゲットを用いて行われている。しかしながら、相対論的電子ビームの発生点周囲や伝搬領域に存在する高温で希薄なプラズマが、その発生や伝搬に影響を与えるため、基礎実験から統合実験に資する情報を取得するには、統合実験を模擬したプラズマ環境下で、相対論的電子ビームの特性を計測することが絶対不可欠である。我々は、この要求を満たす全く新しい実験プラットフォームを開発した。

FIREX プロジェクトでは研究効率を高めるために、「加熱基礎実験」「加熱実験」「統合実験」に分け、段階を踏みながら研究を推進している。加熱基礎実験では、加熱エネルギーの輸送媒体である相対論的電子ビームの全エネルギー、エネルギー分布、発散角等を計測し、加熱効率を評価する。加熱効率を向上するための新手法も加熱基礎実験で試され、有効と判断された手法のみが次の段階に進むことができる。次の加熱実験では、中実球を圧縮し生成した模擬燃料コアをLFEX レーザーを使い加熱する。加熱基礎実験よりも直接的に加熱効率を評価できるため、加熱基礎実験の結果から予測される加熱効率と加熱実験で得られた効率を比較することで、加熱基礎実験の段階で見落としている物理現象の有無を確認することができる。中実球で到達可能な圧縮率は高々34倍であるが、統合実験で用いられる高アスペクト比の球殻ターゲットよりも流体力学的に安定であり、流体不安定性に起因する不確定性を排除出来るため、加熱実験では中実球を用いることとした。前段階まで最適化された条件を使い、統合実験にてFIREXのゴールの達成を確認する。

第2章で詳説した高ノイズ過酷環境下でのX線並びに中性子計測の技術は、加熱実験および統合実験に向けて開発した。第3章で詳説した硬X線絶対分光と電子計測は、主に加熱基礎実験での活用をめざして開発された。第4章で詳説した単色X線を用いた高精度高密度プラズマ計測は、加熱実験および統合実験で加熱対象となる高密度核融合燃料プラズマの温度・密度を測定するために不可欠な計測技術である。

5.3 加熱基礎実験プラットフォーム

高速点火レーザー核融合の素過程および加熱機構を理解するため、加熱基礎実験プラットフォームを開発した。このプラットフォームでは、第3章の硬X線絶対分光器と電子計測器を利用すると共に、新しく設計・開発した図1に示すターゲットを用いる。このターゲットでは、高原子番号の金属ブロック (1.2×1.0×1.0 mm³) に、半球状のプラスチックシェルが接着されており、シェルには加熱レーザーを導入するためのコーンが挿入されている。金属ブロックは二層で形成されており、一層目が0.2 mm厚のスズで、第二層が1.0 mm厚のタンタルである。

ナノ秒レーザーパルスを半球シェルの表面に集光照射し、統合実験と同様に、相対論電子ビームの発生点であるコーンの周囲に希薄で高温のプラズマを生成する。加熱レーザーによって発生した相対論的電子ビームは、この希

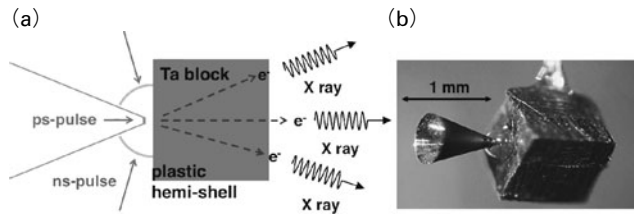


図1 高速点火基礎実験で使用するターゲットの模式図(a)および写真(b)。金属ブロックの一面に半球状のプラスチックシェルが置かれ、シェルには金コーンが取り付けられている。コーン先端で発生した相対論的電子ビームは、金属ブロック中でK α 線や制動放射X線に変換される。X線の絶対スペクトルおよび放射角度分布を測定することで、コーン先端で発生した相対論的電子ビームの絶対エネルギー分布および角度分布を求めることができる。

薄なプラズマを伝搬した後、金属ブロックに入射する。金属ブロック中で電子ビームの一部は制動放射X線やK α 特性X線に変換される。制動放射X線の輝度、スペクトルは、相対論的電子ビームの強度、エネルギースペクトルを反映し、K α 特性X線の輝度および空間広がり、相対論的電子ビームの強度および空間広がりを反映する。このターゲットは、高密度核融合燃料プラズマの代わりに、金属ブロックをトレーサーとして置き換えたものであり、金属ブロック部から放射されるX線の特性を精度よく計測することで、高密度核融合燃料に照射される相対論的電子ビームの物理量を取得することができる。それらの物理量を以下に示す適当なモデルと組み合わせることで、間接的に加熱効率を評価出来ると同時に、加熱効率を決定するクリティカル・パラメーターを明確にすることができる。

加熱効率 (η_{heat}) は、加熱レーザーのエネルギー (E_L) と加熱による核融合燃料の内部エネルギーの増加量 (ΔE_{core}) の比で定義する。超高強度レーザーと高エネルギー密度プラズマおよび相対論的電子ビームの間に存在する様々な相互作用および不安定性の最終的な結果として、加熱効率は決まるが、単純化のために、式(1)のように複雑な物理現象を三つの測定可能な物理量に集約させた。

$$\eta_{\text{heat}} = \frac{\Delta E_{\text{core}}}{E_L} = \eta_{\text{REB}} \cdot \eta_{\text{col}} \cdot \eta_{\text{dep}}$$

$$= \frac{E_{\text{REB}}}{E_L} \frac{\pi r_{\text{core}}^2}{\pi r_{\text{REB}}^2} \frac{2\rho_{\text{core}} r_{\text{core}}}{R_{\text{REB}}} = \frac{E_{\text{REB}}}{E_L} \frac{r_{\text{core}}^2}{r_{\text{REB}}^2} \frac{2\rho_{\text{core}} r_{\text{core}}}{0.6T_{\text{REB}}}. \quad (1)$$

ここで η_{REB} , η_{col} , および η_{dep} はそれぞれ、レーザーから相対論的電子ビームへのエネルギー変換効率、発生した相対論的電子ビームが核融合燃料に衝突する割合、相対論的電子ビームが核融合燃料にエネルギーを付与する割合である。 η_{REB} は 相対論的電子ビームの全運動エネルギー (E_{REB}) と加熱レーザーエネルギー (E_L) の比である。幾何学的な考察に基づけば、 η_{col} は核融合燃料の断面積 (πr_{core}^2) と核融合燃料の位置における相対論的電子ビームの断面積 (πr_{REB}^2) の比で近似できる。 η_{dep} は核融合燃料の直径密度積 ($2\rho_{\text{core}} r_{\text{core}}$) と高速電子の飛程 (R_{REB}) の比で近似し、更に相対論的電子ビームのプラズマ中での飛程を、 $R_{\text{REB}} [\text{g}/\text{cm}^2] = 0.6f_R T_{\text{REB}} [\text{MeV}]$ という近似式[23]に置き換えることで、全て測定可能な物理量になる。ここで、 T_{REB} は相対論

電子ビーム中での電子のエネルギー分布のスロープ温度であり、 f_R は標準モデルでは 1 になる。

5.4 加熱基礎実験による加熱効率の評価

大阪大学レーザーエネルギー学研究センターの激光 XII 号レーザー [24] で、厚さが $7\ \mu\text{m}$ で半径が $250\ \mu\text{m}$ のプラスチック半球を爆縮した。レーザーのエネルギー、波長、パルス波形およびパルス幅はそれぞれ $250\pm 10\ \text{J}/\text{beam}$, $0.53\ \mu\text{m}$, ガウス型, および $1.3\ \text{ns}$ の半値全幅であった。激光 XII 号レーザーと同期して、LFEX レーザーをコーン内面の頂点に集光照射し、相対論的電子ビームを発生させた。LFEX レーザーのエネルギー、波長、パルス幅、照射強度はそれぞれ、 $E_L=820\pm 150\ \text{J}$, $\lambda_L=1.053\ \mu\text{m}$, $t_L=1.4\pm 0.1\ \text{ps}$ (FWHM), で、照射強度は $I_L=(3.0\pm 0.6)\times 10^{19}\ \text{W}/\text{cm}^2$ である。

半球シェルの爆縮によってコーン先端に形成されたプラズマの密度分布を、第 4 章で紹介した時間分解 X 線バックライト法を用いて測定した [25]。プラズマの X 線バックライト像をピンホールカメラで X 線フレーミングカメラ上に結像し、空間分解能および時間分解能はそれぞれ $15\ \mu\text{m}$ および $100\ \text{ps}$ であった。コーン先端に形成されたプラズマの質量密度は $8^{+2}_{-1}\times 10^{-2}\ \text{g}/\text{cm}^3$ であり、帰還電流不足による二流体不安定性 [26] が起こる恐れはなく、高速点火統合実験を模した環境になっていることが確認された。

上述の通り、金属ブロック中で相対論的電子ビームの一部は、制動放射 X 線および $K\alpha$ 特性 X 線に変換される。第三章で述べた高エネルギー分光計 (HEXS) [27] を用いて測定した制動放射 X 線の絶対スペクトルを、量子ビームと物質の相互作用を扱うモンテカルロ・コード (Geant4 [28, 29] コード又は PHITS [30] コード) の計算結果と比較することで、相対論的電子ビームの全運動エネルギーとエネルギースペクトルを求めた。また、金属ブロックのスズ層からは $h\nu=25\ \text{keV}$ の $K\alpha$ 特性 X 線、タンタルの層からは $h\nu=58\ \text{keV}$ の $K\alpha$ 特性 X 線が放射される。これらの特性 X 線のスペクトルは、ラウエ型の結晶分光器 [31] を用いて測定した。

相対論的電子ビームのエネルギー分布 ($f(E)$) は、二温度成分 (T_{REB1} および T_{REB2}) を有するボルツマン型の関数、つまり $f(E)=A_1 \exp(-E/T_{\text{REB1}})+A_2 \exp(-E/T_{\text{REB2}})$, で近似することができる。ここで T_{REB1} および T_{REB2} のスロープ温度を有する成分の相対数が A_1 と A_2 であり、 E は電子の運動エネルギーである。実験で得られた制動放射 X 線のスペクトルの形状から求められた分布関数は、 $A_1=0.95$, $A_2=0.05$, $T_{\text{REB1}}=1.0\ \text{MeV}$, $T_{\text{REB2}}=15\ \text{MeV}$ であり、制動放射 X 線および特性 X 線の絶対強度から $E_{\text{REB}}=270\ \text{J}$ が得られた。

相対論的電子ビームの断面積 (πr_{REB}^2) を測定するために、金属ブロックを炭素ブロック ($1\times 1\times 1\ \text{mm}^3$) に変えたターゲットを用いた。トレーサーとして $20\ \mu\text{m}$ 厚の銅レイヤーを炭素ブロックに埋め込み、相対論的電子ビームの空間分布を、銅レイヤーからの $K\alpha$ 特性 X 線 ($h\nu=8.0\ \text{keV}$) の空間分布に変換して測定する。第 4 章で詳説した球面に

湾曲させたクォーツの結晶 (方位 21-31, $2d=0.3082\ \text{nm}$) で、 $K\alpha$ 特性 X 線の単色画像をイメージングプレート上に結像した。銅のトレーサー層とコーン先端の距離は $55\pm 10\ \mu\text{m}$ であり、高速点火統合実験におけるコーン先端と核融合燃料の距離と等しくしている。つまり、本実験で得られる特性 X 線の発光広がり、高速点火統合実験における核融合燃料の位置での相対論的電子ビームの広がり、特性 X 線の広がり、半値全幅で $r_{\text{REB}}=35\pm 10\ \mu\text{m}$ であった。詳細は割愛するが、加熱実験で使用する高密度プラズマの密度および直径密度積は、第 4 章で解説した単色 X 線バックライト法を用いて計測し、 $\rho_{\text{core}}=22\ \text{g}/\text{cm}^3$ で $2\rho_{\text{core}}r_{\text{core}}=0.11\ \text{g}/\text{cm}^2$ であった。

相対論的電子ビーム中の電子の運動エネルギー分布を二温度分布とした場合、エネルギー付与率 (η_{REB}) は式 (2) で置き換えられる。

$$\eta_{\text{dep}} = \frac{A_1 T_{\text{REB1}}^2}{A_1 T_{\text{REB1}}^2 + A_2 T_{\text{REB2}}^2} \frac{2\rho_{\text{core}} r_{\text{core}}}{0.6 T_{\text{REB1}}} + \frac{A_2 T_{\text{REB2}}^2}{A_1 T_{\text{REB1}}^2 + A_2 T_{\text{REB2}}^2} \frac{2\rho_{\text{core}} r_{\text{core}}}{0.6 T_{\text{REB2}}}, \quad (2)$$

ここで、第一項は相対論的電子ビームの T_{REB1} のスロープ温度を有する成分が核融合燃料にエネルギーを付与する割合であり、同様に第二項は T_{REB2} のスロープ温度を有する成分が核融合燃料にエネルギーを付与する割合である。

加熱基礎実験で測定された物理量を使うと、 $\eta_{\text{REB}}=0.4$, $\eta_{\text{col}}=0.5$, および $\eta_{\text{dep}}=0.14$ であり、加熱効率はわずかに 0.4% である。加熱効率を低下させる最大の要因は、明らかに相対論的電子ビームから核融合燃料へのエネルギー付与率の低さである。加熱レーザーから高速電子へのエネルギー変換効率は 40% 以上あるが、その内 90% 以上は $T_{\text{REB2}}=15\ \text{MeV}$ のスロープ温度を有する高エネルギー電子に変換されている。このような異常な高エネルギー電子の発生を抑え、 $T_{\text{REB1}}=1\ \text{MeV}$ のスロープ温度を有する相対的に低エネルギーの電子の割合を増やすことが、加熱効率の向上には絶対不可欠である。

レーザー強度と高速電子のスロープ温度の関係については、Wilks [32], Beg [33] および Haines [34] らがシミュレーション、実験、理論に基づいたスケールリング則を発表している。これらのスケールリング則を使うと、本実験の照射強度に対応するスロープ温度はそれぞれ、 1.3 ± 0.15 , 0.63 ± 0.03 , $0.74\pm 0.05\ \text{MeV}$ であり $T_{\text{REB1}}=1\ \text{MeV}$ とおおよそ一致している。一方で、 $T_{\text{REB2}}=15\ \text{MeV}$ のスロープ温度は、明らかにスケールリングを逸脱しており、長スケールのプレプラズマ中での電子加速に起因すると考えられる。

FIREX プロジェクトの達成に向けて、 $15\ \text{MeV}$ のスロープ温度を有する電子ビームの発生を抑制し、 $1\ \text{MeV}$ のスロープ温度を有する電子の割合を増やすことを第一目標に掲げ、2014 年度の研究計画を立案している。長スケールのプラズマが発生する原因として、加熱レーザーのベデスタルによるプラズマ生成が疑われる。ベデスタルとは、レーザーパルスのエネルギー増幅およびパルス幅圧縮の誤差や

擾乱に起因する、メインパルスよりも長いパルス幅（200 ps 程度）を有するレーザー光のことである。現在の LFEX のペDESTAL のピーク強度は、メインレーザーのピーク強度と比べて $10^{-4} \sim 10^{-5}$ であり、このレーザーパルスのペDESTAL によって長スケールのプラズマが形成されていることが実験的に確認されている [25]。2014 年度以降の実験に向けて、ペDESTAL を除去するためのプラズマミラーを導入する。

5.5 まとめ

FIREX プロジェクトの目標に至る道は、決して平坦ではないが、本小特集で紹介したように、プラズマ計測の精度が大幅に向上したことで、解決すべき物理課題が明確になってきた。

大阪大学レーザーエネルギー学研究所は、高出力レーザーならびにこれを用いた様々な研究のための共同利用・共同研究拠点であり、多様な専門分野を持つ共同研究者との議論や情報交換が、高速点火レーザー核融合の実現に資するアイデアの誕生にも繋がる。引き続き、国内外の共同研究者の助けを得ながら、FIREX プロジェクトを推進していく所存である。

レーザー装置の開発、運転、ターゲットの製作、プラズマ計測、計算機シミュレーションへの支援は、本研究を遂行する上で欠かせない。大阪大学レーザーエネルギー学研究所の技術支援職員に感謝申し上げる。本研究は、自然科学研究機構・核融合科学研究所との双方向型共同研究 (NIFS12KUGK057) の下、実施されている。また、プロジェクトに関わる研究者が代表を務める競争的資金および共同研究費等の支援で行われている研究成果も、本プロジェクトの重要な基盤となっている。

最後に、本小特集を企画され、この数年の研究活動を紹介する機会を提供いただいた担当編集委員の籾内俊毅先生およびプラズマ・核融合学会編集委員会に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] N.G. Basov *et al.*, J. Sov. Laser Res. **13**, 396 (1992).
- [2] M. Tabak *et al.*, Phys. Plasmas **1**, 1626 (1994).
- [3] R. Kodama *et al.*, Nature **412**, 798 (2001).
- [4] W. Theobald *et al.*, Phys. Plasmas **18**, 056305 (2011).
- [5] H. Shiraga *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **53**, 124029 (2011).
- [6] D.J. Strozzi *et al.*, Phys. Plasmas **19**, 072711 (2012).
- [7] T. Johzaki *et al.*, Nucl. Fusion **51**, 073022 (2011).
- [8] J. Green *et al.*, Phys. Rev. Lett. **100**, 015003 (2008).
- [9] T. Ma *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 115004 (2012).
- [10] C. D. Chen *et al.*, Phys. Plasmas **20**, 052703 (2013).
- [11] F. Pérez *et al.*, Phys. Rev. Lett. **111**, 245001 (2013).
- [12] B. Vauzour *et al.*, Phys. Rev. Lett. **109**, 255002 (2012).
- [13] S. Chawla *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 025001 (2013).
- [14] H. Cai, S. Zhu and X.T. He, Phys. Plasmas **20**, 072701 (2013).
- [15] S. Fujioka *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **54**, 124042 (2012).
- [16] S. Fujioka *et al.*, Sci. Rep. **3**, 1170 (2013).
- [17] X.H. Yang *et al.*, Phys. Plasmas **18**, 093102 (2011).
- [18] A. Robinson *et al.*, Phys. Rev. Lett. **100**, 025002 (2008).
- [19] R.H.H. Scott *et al.*, Phys. Rev. Lett. **109**, 015001 (2012).
- [20] F. Pérez *et al.*, Phys. Rev. Lett. **107**, 065004 (2011).
- [21] B. Ramakrishna *et al.*, Phys. Rev. Lett. **105**, 135001 (2010).
- [22] A.P.L. Robinson *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 125004 (2012).
- [23] S. Atzeni and M. Tabak, Plasma Phys. Control. Fusion **47**, B769 (2005).
- [24] C. Yamanaka *et al.*, IEEE J. Quantum Electron. **17**, 1639 (1981).
- [25] S. Ohira *et al.*, J. Appl. Phys. **112**, 063301 (2012).
- [26] H. Sakagami *et al.*, Laser Part. Beams **24**, 191 (2006).
- [27] C.D. Chen *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **79**, 10E305 (2008).
- [28] S. Agostinelli *et al.*, Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. A Accel. Spectrometers, Detect. Assoc. Equip. **506**, 250 (2003).
- [29] J. Allison *et al.*, IEEE Trans. Nucl. Sci. **53**, 270 (2006).
- [30] T. Sato *et al.*, J. Nucl. Sci. Technol. **50**, 913 (2013).
- [31] Z. Zhang *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **83**, 053502 (2012).
- [32] S. Wilks *et al.*, Phys. Rev. Lett. **69**, 1383 (1992).
- [33] F.N. Beg *et al.*, Phys. Plasmas **4**, 447 (1997).
- [34] M. Haines *et al.*, Phys. Rev. Lett. **102**, 045008 (2009).

小特集執筆者紹介



しら が ひろ ゆき
白 神 宏 之

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター副センター長・教授。1984年大阪大学大学院(工学博士)終了後、阪大レーザー研にて学術振興会研究員、助手、助教授を経て2008年より教授。レーザー核融合、高分解プラズマ診断、高出力レーザー応用の研究に携わる。元来、趣味は多かったがほとんどが休眠状態。



み ま く に お き
三 間 圀 興

大阪大学名誉教授 光産業創成大学院大学特任教授。プラズマ理論・核融合物理を京都大学大学院理学研究科物理第1専攻で1968年に始めて以来、46年目になる。日暮れてまだ道遠しです。



あ ぜ ち ひろし
疇 地 宏

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター長 教授。愛知県立瑞陵高校卒、大阪大学工学研究科博士課程修了、イェール大学助手、大阪大学助手、助教授を経て、現在大阪大学教授及び大阪大学レーザーエネルギー学研究センター長。趣味は古代ローマ、ルネサンスなどの歴史。スポーツは高校時代にサッカー(ポジションMF)、今は水泳をやっています。先祖は海賊だったそうです。



な か い みつ お
中 井 光 男

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授。X線並びに核反応粒子を計測対象とするプラズマ診断法の開発、流体不安定性の研究等のレーザーを用いた慣性核融合研究に従事。高出力レーザーの技術開発を駆動するのは学術応用であるとの認識から、LFEXレーザーを用いた電子・陽電子プラズマ生成や核科学的研究課題に取り組みつつ、将来の超高強度レーザー応用研究を模索している。



あ り か わ やす のぶ
有 川 安 信

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター講師。主な研究分野は、高速点火レーザー核融合、中性子・ γ 線計測。趣味はギターとバイオリン。最近ゴルフを習い始めました。コースデビューはまだです。



Zhe Zhang 大阪大学特任研究員

Research about laser plasma interaction; including fast ignition, Lab-astronomy, x-ray spectroscopy. "You never know what will happen in a physics experiment"



お ざ き てつお
尾 崎 哲

核融合科学研究所准教授。阪大レーザー研でイオンビーム慣性核融合の研究を行い、名古屋大学プラズマ研究所で磁場閉じ込め装置での粒子計測に携わった後、現在に至っています。専門はヘリカル装置における粒子計測です。核融合研のレーザー連携研究も併任し、阪大レーザー研の若い方に教わりながら高速点火実験での電子計測を進めています。



こ が ま ゆ こ
古 賀 麻 由 子

兵庫県立大学大学院工学研究科准教授。2004年九州大学大学院・博士(理学)。名古屋大学研究員、九州大学助手、大阪大学助教を経て2012年より現職。専門はプラズマ工学。大阪大学ではプラズマ計測技術開発に従事。現在はレーザー核融合実験用先進ターゲットの開発に取り組んでいます。趣味はピアノと気が向いた時のジョギング。最近職場にラン友達ができたのですが、みな走力が高く、ついていくのに必死です。



ま え が わ おさむ
前 川 修

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター技術専門員。おもにGXII実験関連の技術的サポート業務を行っています。趣味は実はたくさんあるのですが、現在は金銭的な理由でほとんどやっています。定年までのわずかな年数ががんばっていきたいと思います。



な が い たか ひろ
長 井 隆 浩

大阪大学大学院工学研究科環境エネルギー工学専攻博士課程に在学中。大阪大学レーザーエネルギー学研究センターにて、高速点火レーザー核融合用の硬X線環境下において核融合中性子を計測できるTOF型計測器の開発に従事する。最近の研究に忙しく、趣味の一人旅が出来ていないが、合間の時間を使って大学時代にのめり込んでいた少林寺拳法部にOBとして参加しながら体力を維持している。



こ じま さだ おき
小 島 完 興

1989年生まれ。岐阜県出身。現在、大阪大学理学研究科 物理学専攻 博士後期課程在籍している。独立行政法人 日本学術振興会 特別研究員。相対論的電子による固体密度を超える物質の加熱について研究している。今では計測器など研究に使用するハード面の充実に興味を示してきたが、今後は研究テーマの創出から実験・論文発表まで研究全体の一貫して行える人材になることが目標である。



あ べ ゆう き
安 部 勇 輝

大阪大学院工学研究科博士後期課程、大阪大学レーザーエネルギー学研究センター核科学グループ所属。高速点火核融合実験における高強度X線環境下での高精度なプラズマ診断を実現すべく、多チャンネル中性子スペクトロメーターの開発を始め、多くの計測器開発に携わっている。



さか た しょう へい
坂田 匠平

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻博士課程1年。フリーターを経て、学部時代は超伝導の研究室に在籍。現在は大阪大学レーザーエネルギー学研究センターにて超強磁場下での相対論的電子の輸送現象を研究しています。「極限」の世界を体験できる充実した日々を過ごしています。スキー歴20年。毎年兵庫と長野に行っています。



ほそ だ たつ や
細田 達矢

現在は大阪大学工学研究科電子情報工学に所属する修士1年生です。主な研究内容としてEUV（極端紫外光）の光源開発実験に携わっています。今年から一人暮らしを始め、親のありがたみをしみじみと感じさせられました。体に気をつけて楽しい学生生活を送りたいと思います。



いけ の うち たか ひと
池之内 孝仁

大阪大学大学院工学研究科博士課程前期2年。研究分野は硬X線分光計測。趣味は野球観戦、ソフトボール。椎間板ヘルニアと格闘中。来年から車を作ります。



ふじ おか しん すけ
藤岡 慎介

2005年に大阪大学にて博士（工学）を取得し、2012年から大阪大学レーザーエネルギー学研究センターで准教授を務めています。レーザー核融合エネルギーの実現を目標に、最近キロテスラ級の強磁場を使った核融合プラズマおよび相対論的電子ビームの制御を研究しています。痛風の影に怯えながら、妻と2歳の息子と0歳の娘と一緒に、散歩したり、旅行したり、おいしいご飯を食べるのが楽しみです。子供達に胸を張れる仕事をめざし邁進中です。



にし むら ひろ あき
西村 博明

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授。1979年大阪大学大学院工学研究科中退、工学博士。大阪大学助手、独マックスプランク量子光学研究所客員研究員、大阪大学助教授を経て、現在に至る。専門はレーザー駆動光量子放射、プラズマ分光、X線光学、核融合。エネルギー問題に関心をもち、レーザー核融合とこれに関連したレーザープラズマ物理やレーザープラズマ応用の研究を進めている。



さわ だ ひろ し
澤田 寛

ネバダ大学リノ校物理学科助教。大阪大学レーザー核融合研究センター（現・レーザーエネルギー学研究センター）にて学士卒業研究。2008年ロチェスター大学にてPh.D取得。カリフォルニア大学サンディエゴ校にてポストドク、ローレンスリバモア国立研究所にて客員研究員を経て現職。専門は、高温高密度プラズマの診断、慣性核融合、高速点火、超高強度レーザープラズマ相互作用などの実験研究。趣味はマイルを貯めること。