

ILE

人類未踏の世界を探究し、
イノベーションを引き起こす
国際的研究拠点へ。

1960年にレーザーが発明されて以来、光の技術は飛躍的な進化を続けています。例えば、パワーレーザー技術の進展によって、瞬間パワーは、世界の瞬間消費電力の1000倍以上であるペタワットを超えるようになり、光が真空と直接相互作用できようとしています。また人類が制御できるどの道具より高い1000万気圧以上の圧力を発生し制御できるなど、これまでにないエネルギー密度が高い極限状態を実験室で可能にしています。また、極短光パルス技術の進展によって、1000兆分の1秒といった、他の手法では観ることができない超高速の世界が開拓されています。さらにレーザーの周波数域はテラヘルツからエクサヘルツ(X線)で実現され、様々な物質状態を観たり制御したりできるようになってきています。

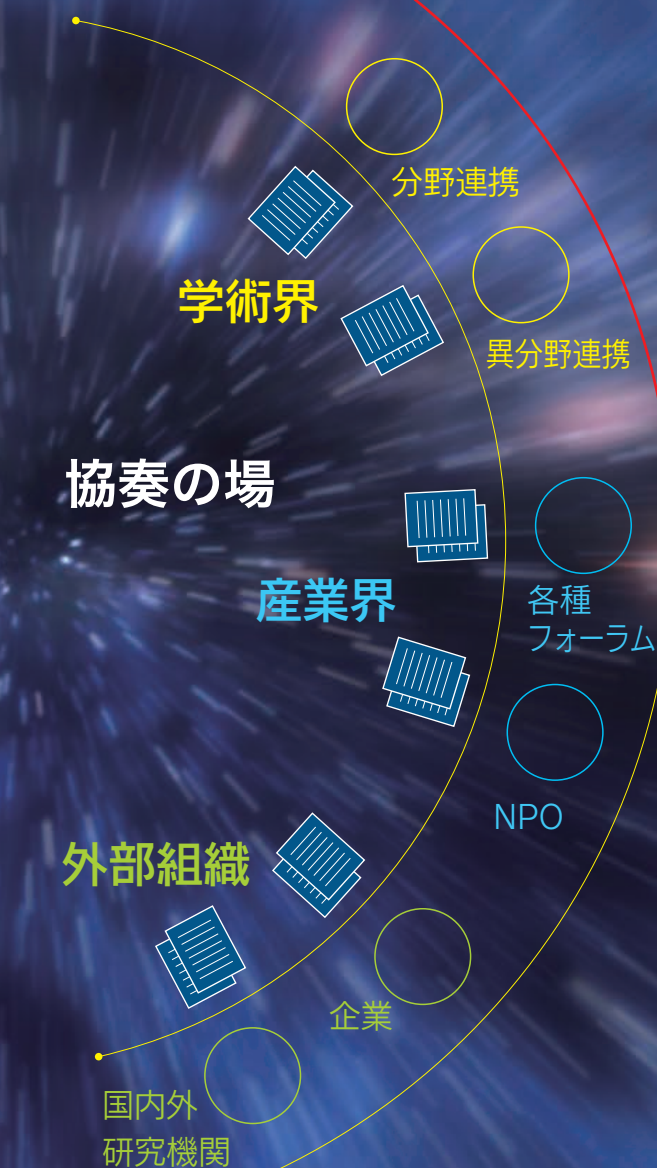
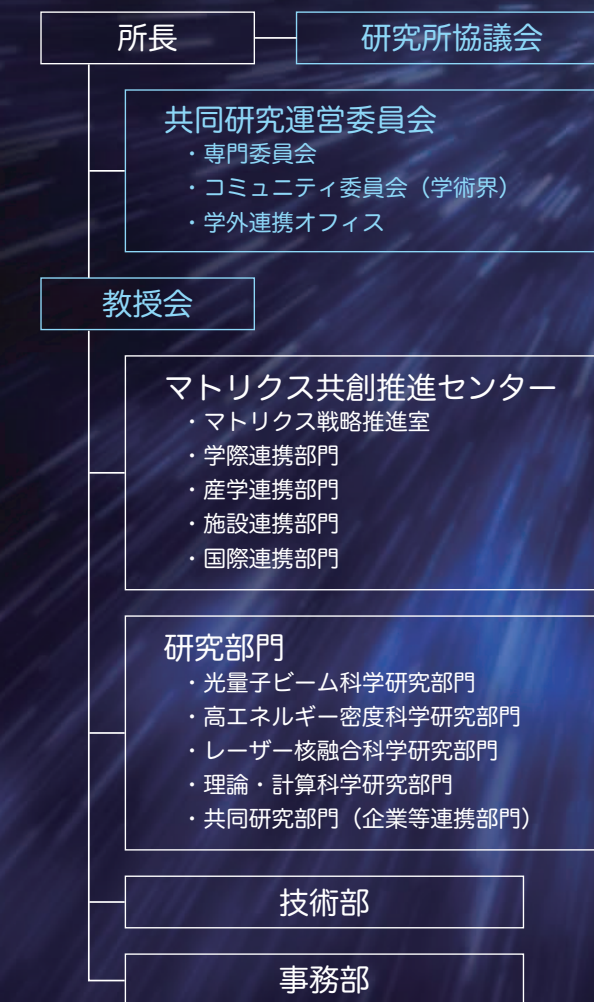
大阪大学レーザー科学研究所は、飛躍的進化を続けるこのレーザー技術を一層発展させ、人類未踏の世界を探究することで、イノベーションの源泉となる新学術や革新的技術を創成するとともに世界に革新をもたらす人材を育成する国際的な研究拠点となることを目指したいと考えています。

今後ともどうぞ皆様の御支援・御協力を賜りますようお願い申し上げます。



大阪大学レーザー科学研究所
所長 兒玉了祐

コ・クリエーションに向けて レーザー科学研究所 組織構成

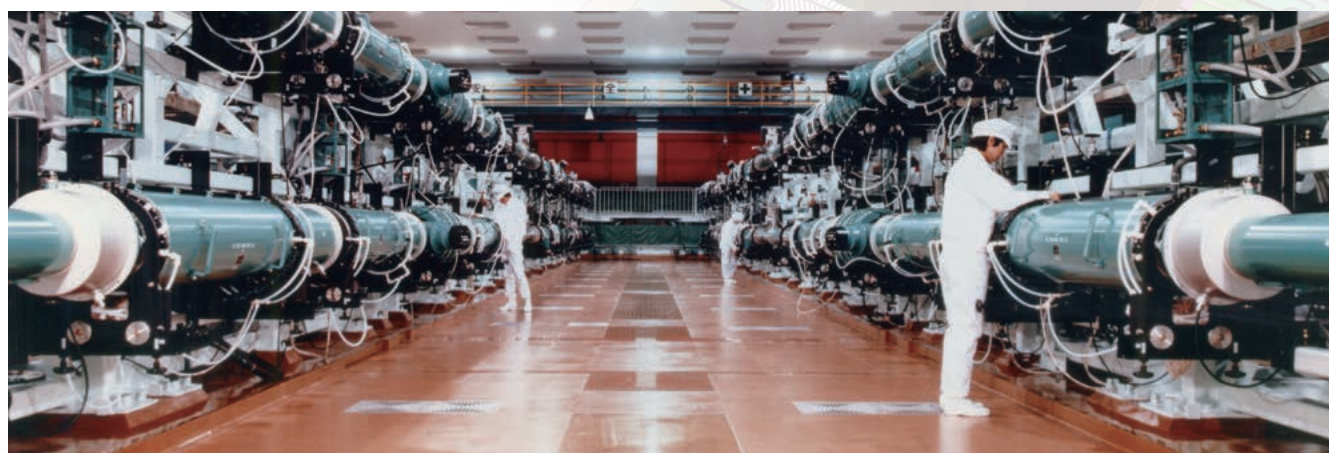


沿革

- 1972年
 - ・大阪大学工学部附属レーザー工学研究施設発足
 - ・レーザー材料部門設置
- 1973年
 - ・レーザー動特性部門設置
- 1976年
 - ・大阪大学レーザー核融合研究センター発足(工学部附属レーザー工学研究施設の転換により)
 - ・レーザーシミュレーション工学部門設置
- 1977年
 - ・レーザーエネルギー学部門設置
- 1979年
 - ・レーザーベレット工学部門設置(10年時限)
- 1980年
 - ・レーザー診断学部門設置(10年時限)
- 1981年
 - ・レーザー爆縮工学部門設置(10年時限)
- 1982年
 - ・エネルギー伝達工学部門設置(10年時限)
- 1989年
 - ・核融合ターゲット工学部門設置(レーザーベレット工学部門(時限到来)の転換により)
- 1990年
 - ・大阪大学超伝導エレクトロニクス研究センター発足(工学部附属超伝導工学実験センターの転換により)
 - ・核融合超高密度プラズマ計測(大)部門設置(レーザー診断学部門(時限到来)及びレーザー爆縮工学部門(時限前倒)の廃止転換により)
- 1992年
 - ・核融合ドライバー制御工学部門設置(エネルギー伝達工学部門(時限到来)の転換により)
 - ・外国人客員部門設置
- 1999年
 - ・4大時限部門(高出力レーザー工学部門、爆縮核融合部門、レーザープラズマ理工学部門、超高強度光学部門)に改組
- 2000年
 - ・超伝導フォトニクス研究センター発足(超伝導エレクトロニクス研究センターより改組)
- 2004年
 - ・大阪大学国立大学法人化
 - ・レーザーエネルギー学研究センター発足(レーザー核融合研究センターと超伝導フォトニクス研究センターが統合)
- 2006年
 - ・全国共同利用施設化
- 2010年
 - ・共同利用・共同研究拠点化
- 2017年
 - ・レーザー科学研究所に改組
- 2022年
 - ・附属マトリクス共創推進センター設置



光量子ビーム科学 研究部門



大型高出力レーザー（激光XII号）

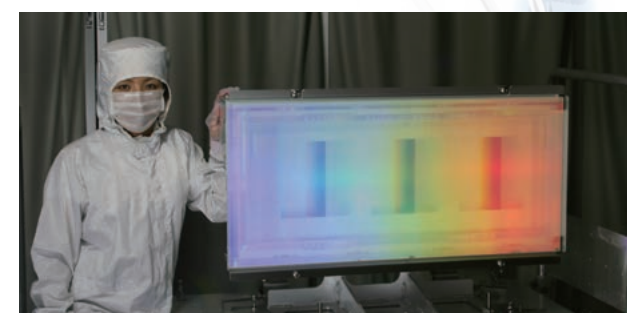
レーザー工学並びに**光物質・材料工学**、**テラヘルツフォトニクス**、**パワーフォトニクス**など光科学分野の研究を体系的・総合的に推進する。また、大阪大学発の**プラズマフォトニクス**や新分野の**ニュウクレアフォトニクス**など量子ビーム科学に係る領域を開拓する。高エネルギー密度科学研究部門、レーザー核融合科学研究部門や理論・計算科学研究部門との学際連携とともに、産学連携を推進することで新たなイノベーション創出に貢献する。

大型高出力レーザーの激光 XII 号レーザーに加え、世界最高出力の超高強度 LFX ペタワットレーザーなど技術集約型のパワーレーザーシステムを自主開発するとともに必要な最先端要素技術開発（非線形光学結晶などの新レーザー材料から超大型回折格子などの新たな光学デバイスや増幅シス



高性能レーザーによる光学実験

テム等）を行っている。さらに基盤となるレーザー損傷評価技術やそのデータベース構築などパワーフォトニクスに関連する総合的な研究開発を行うことで、新学術創成やイノベーション創出に役立つ次世代高出力レーザー実現を目指している。



世界最大の高出力レーザー用超高精度回折格子

また、未踏周波数と呼ばれるテラヘルツ電磁波をベースにメタマテリアルなど新規物性材料や新電子材料開発に貢献する基礎的な研究から応用に結びつく技術開発を行っている。さらにテラヘルツ科学とナノ科学の融合によるテラヘルツナノ科学の創成や新たなテラヘルツバイオ科学の創成を目指している。

またレーザー加速器の実現やパワーレーザーシステムの小型化を目指し、プラズマ物理学とフォトニクスの融合による大阪大学独自のプラズマフォトニクスを展開している。さらに強みの核科学をフォトニクスに結びつけた新たなニュウクレアフォトニクスを開拓している。

他部門との連携はもとより幅広い産学連携による共創の実現を目指している。

高エネルギー密度科学 研究部門



核反応の瞬間を捉える中性子検出器

ハイパワーレーザーで実現できる高エネルギー密度状態を扱うことで、「宇宙創成からものづくり」にわたる学際的な領域を開拓する。大阪大学発の**レーザー宇宙物理学**に加えて、**超高圧物質材料科学**並びにレーザー**超高強度場物理学**に関する研究を推進する。光量子ビーム科学研究部門との技術を中心とした連携を行うとともに、レーザー核融合科学研究部門や理論・計算科学研究部門との物理過程の理解に関する連携により、イノベーションの源泉となる新学術の創成に貢献する。

パワーレーザーで実現できる高エネルギー密度状態の探究の 1 つとしてレーザー宇宙物理学の開拓



パワーレーザーで宇宙・惑星を探索

を行っている。ブラックホール近辺の重量場に相当する超高加速度場における時空の歪みから超新星爆発、宇宙ジェットや太陽フレアなどに関係する無衝突衝撃波や磁気乱流・磁気リコネクションなどの物理現象解明により、様々な「宇宙の謎」の解明に貢献することを目指している。



大型レーザーとプラズマ相互作用実験チェンバー

パワーレーザーにより1000万気圧（テラパスカル）を超える地上で制御されたもっとも高い圧力状態を実現することで、木星などの巨大惑星や太陽系外の地球型惑星であるスーパーアースの中心部の物質状態を地上で探査する。これらは地球惑星科学だけでなく、高圧下での新物質材料創生やレーザープロセスなど新たなイノベーションにもつながる学術研究を目指している。

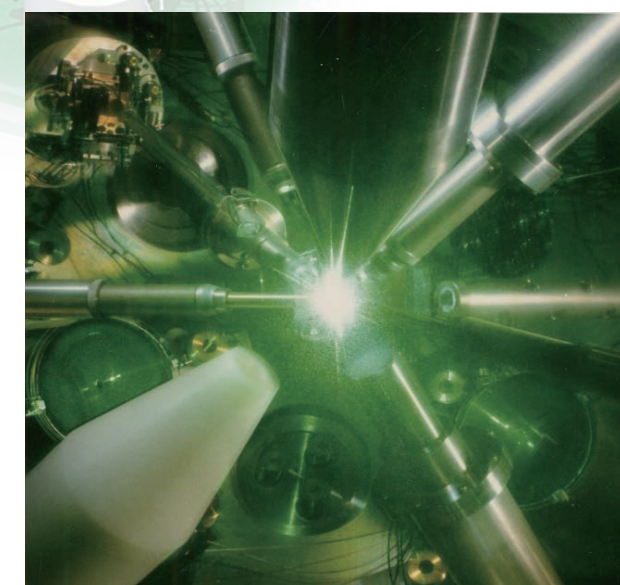
粒子が相対論的運動をするような超高電場や10キロ・テスラを超える超高磁場を実現すること

で極限的なプラズマやマグネターなど宇宙の謎の解明につながる研究を進めている。さらに光と真空の相互作用が無視できなくなる超高電磁場下での非線形光学応答を調べることによって、真空の構造解明にも挑戦している。

他部門との連携はもとより量子光学、量子電磁気学、宇宙物理学、プラズマ物理学、固体物理学、超高圧物理・化学、など幅広い分野との学際連携によりイノベーションの源泉となる新学術の創成を目指している。

レーザー核融合科学 研究部門

ハイパワーレーザーを用いた核融合エネルギーの開発を目指し、**核融合プラズマ科学**、**レーザー核融合工学**並びに**極限材料科学**に関する研究を進める。加えて、光量子ビーム科学研究部門など他部門との学際連携によりレーザー核融合エネルギーの実現を目指すとともに幅広い展開を見据えた革新的な基盤技術と応用技術を開発することで、新たな学術の創成とイノベーション創出に貢献する。



核融合用ターゲットチェンバー：レーザーショットの瞬間

学術融合型のレーザー核融合は安定かつ多様性に応える未来のエネルギー源の可能性の1つであるだけでなく、レーザー核融合研究から生み出されるプラズマ、計測、材料などに関する様々な極限的技術は、基礎的な研究から産業応用まで幅広い展開が期待されている。



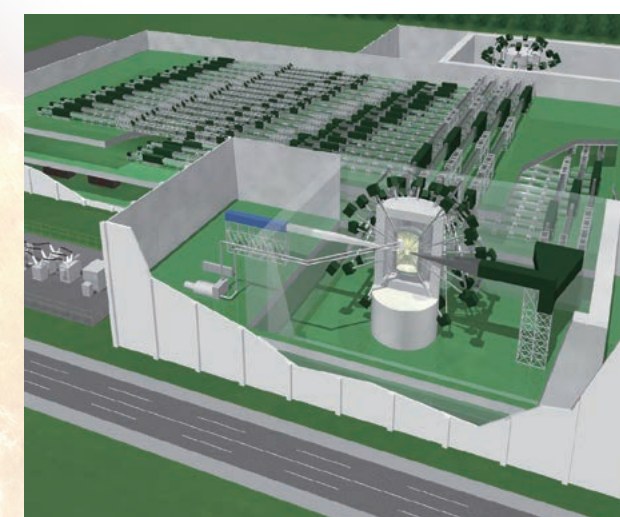
中性子検出用 Li6 ガラスシンチレーターアレイ

核融合プラズマ科学に関しては、地上で実現できるもっとも高温・高密度状態である爆縮燃料プラズマを生成・制御するために、高温高密度プラズマを高精度で計測し、シミュレーション技術を駆使し、炉心プラズマの理解を進めている。また核融合反応を起こすような極限的な状態の超高密度プラズマを診断する技術を自主開発するとともに、新たなイノベーション創出にも貢献する。

レーザー核融合工学として、核融合エネルギー実現を目指し、核融合燃料ターゲット、炉材料・

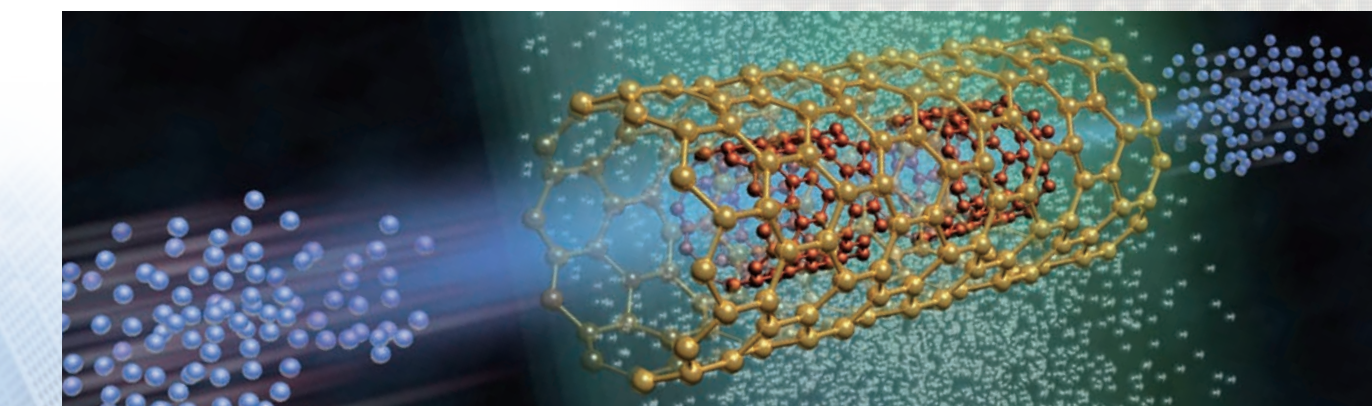
炉チェンバーの要素技術および炉システムに関する工学的研究を進めている。また開発される先進技術を幅広く応用展開することで核融合技術による新たなイノベーション創出を目指している。

極限材料科学として、レーザー核融合炉のみならず磁場核融合炉など極限的な状態にある物質材料の特性を理解するとともに放射光とレーザーの連携による新たな材料の開発を行っている。また極限状況下での物質構造と光学特性の知見の結合を目指すとともに産業界とも連携し、基礎研究をもとにした産業にも役立つ技術開発を目指している。



未来のレーザー核融合発電炉

理論・計算科学 研究部門



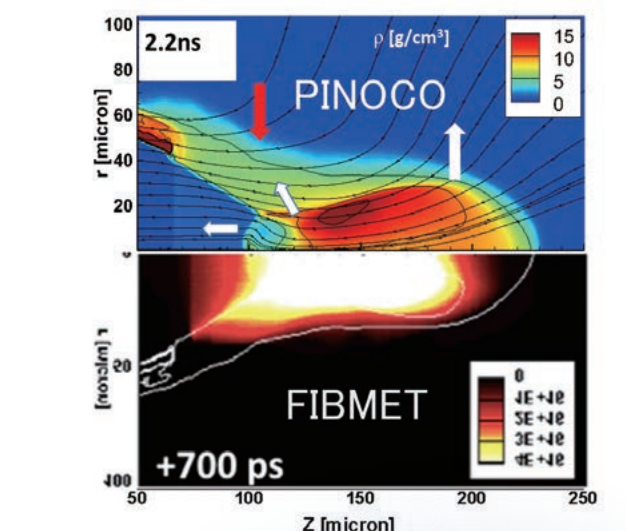
未来の癌治療：ナノチューブから射出される陽子ビーム

ハイパワーレーザーによって生成される超高圧プラズマや相対論的エネルギーを持つプラズマのダイナミクスを含めた様々な高エネルギー密度状態の物理現象を、理論及びシミュレーションによって探究する。特に**プラズマ・流体物理学**、**超高強度電磁場物理学**、**物理インフォマティクス**の開拓と他部門との連携による新たな学術の創生を行い、シミュレーション技法や大規模計算・データ処理技術の構築などによりイノベーション創出に貢献する。

プラズマ・流体物理学ではレーザーと物質との相互作用により起こるイオン加速、クーロン爆発、無衝突衝撃波など高エネルギー密度物理学分野における諸現象の探究を行なっている。さらに、それらを利用した陽子線による癌治療、コンパクトな中性子源やレーザー核融合エネルギーの開発など、医療・産業・エネルギーの諸分野に対する応用にも取り組んでいる。

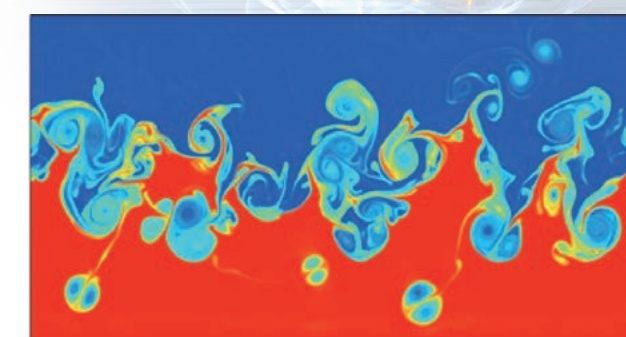
超高強度電磁場物理学では、パワーレーザーにより生成される高エネルギー密度状態という極限状態の物理を研究している。ピコ秒以下の極めて短い時間に生成される相対論的非平衡輻射プラズマはγ線放射や電子・陽電子対生成等の量子電磁気学的現象を伴い、輻射輸送を含めたプラズマのダイナミクスの解明は、宇宙物理学などへも貢献する。

物理インフォマティクスは、レーザー核融合での爆縮・加熱・燃焼過程や宇宙プラズマで起こる



高速点核融合統合シミュレーション

粒子加速などの非平衡現象を電磁流体コードや粒子コードによる大規模シミュレーションを使った数値実験により解明することを目指している。スーパーコンピュータを効率的に活用するため、アルゴリズムの最適化や並列化による演算速度の高速化に取り組むとともに、データ解析では情報処理技術（インフォマティクス）との融合により、新たな物理法則の発見へとつながる新領域を開拓する。



界面不安定性の2次元流体シミュレーション