

## 「フェムト秒レーザーを用いた光デバイス開発に基づく萌芽的研究課題の創出」

核融合科学研究所 高温プラズマ物理研究系 助教 上原日和



本研究では、パルス幅が非常に短く(数百フェムト秒)、高出力な再生増幅フェムト秒レーザーを用いて、各種の材料表面に、新しい構造を持つ微細加工を施す。その発展研究として、①赤外分光イメージングのためのランダムレーザーの開発、②特殊光ファイバーへのミラー(Fiber Bragg Grating)の加工、③新しい中赤外レーザー開発のための導波路やミラー(Volume Bragg Grating)の加工、④タングステンと銅との接合強度向上のための表面加工等への研究の進展が見込まれる。本事業で行う加工検証試験を足掛かりに、次期研究プロジェクトの立ち上げを目指す。研究の成果は、特許の申請と論文発表によって学術界に発信する。

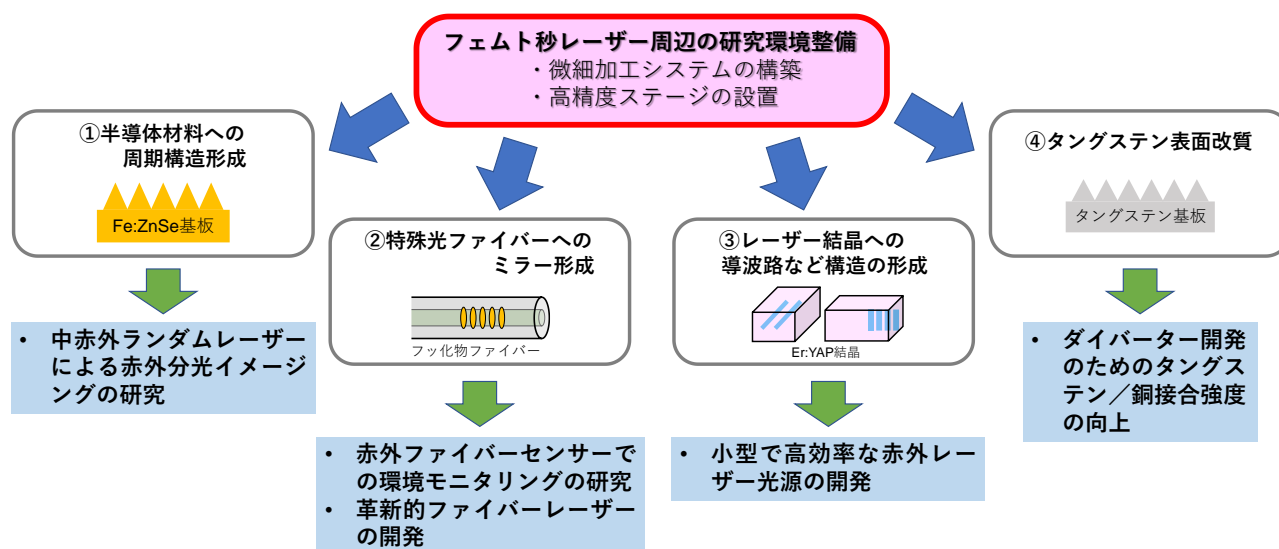


図 本研究の概要

### ①半導体材料への周期構造形成

中赤外波長域は多くの分子の共鳴線が存在する「指紋領域」に当たるため、中赤外光を用いた赤外吸収分光によって、微量分子の存在を直接的に高速・高感度で検出することが可能になる。代表者らは、赤外分光計測技術を2次元・3次元の全視野イメージングへと展開した「赤外分光イメージング」デバイスを開発することによって、微量分子や同位体元素の空間分布やその変化のその場計測の実現を目指している。全視野イメージングの実現には、低い空間コヒーレンスと高い輝度を両立する赤外ランダムレーザーの開発が不可欠である。本課題では、鉄添加セレン化亜鉛などの半導体基板にフェムト秒レーザーを照射することで、レーザー誘起表面周期構造(LIPSS)を形成し、これによって中赤外波長のランダムレーザーの発振を実証する。

### ②特殊光ファイバーへのミラー形成

一般的に普及している石英ガラスから成る光ファイバーは、波長が2.4 μmよりも長い中赤外領域における材料吸収が大きく、赤外吸収分光や中赤外ファイバーレーザー用途に用いることができない。一方、フッ化

物ガラス光ファイバーは、中赤外領域で最も光学品質に優れたファイバーであり、近年、赤外光伝送用途やファイバーレーザー媒質として需要が高まりつつある。本課題では、フェムト秒レーザーを用いたフッ化物ガラス光ファイバーへのファイバー・ブラッグ・グレーティング (FBG) 描画技術を開発する。FBG とは、光ファイバーのコア層に周期的な屈折率変調を付与したもので、特定の波長のみを高効率で反射させることができる。これにより、核融合施設や周辺の環境モニタリングを可能にするセンサーデバイスや、計測用レーザー光源を実現する。

### ③レーザー結晶への導波路など微細構造の形成

代表者らは、核融合科学に関連した同位体計測や環境計測に適用可能な高出力・中赤外固体レーザーの開発をおこなっている。これまでに世界最高効率や最高出力を有する波長 3  $\mu\text{m}$  や 4  $\mu\text{m}$  のレーザーを実証してきた。本課題では、フェムト秒レーザーを用いて、固体レーザー媒質にマイクロメートルサイズの導波路や体積・ブラッグ・グレーティング (VBG) とよばれるミラー加工を施す。これにより、従来になく小型、高出力で、ビーム特性に優れた中赤外レーザーの実現を目指す。

### ④タングステンの表面改質

耐熱性の高いタングステンと除熱性に優れた銅との接合技術は、核融合炉におけるダイバーター開発において極めて重要な研究課題である。代表者らは、接合研究の専門家である核融合研・時谷政行准教授と共同で、レーザー加工を駆使した新しい接合プロセスの研究をおこなっている。本課題では、タングステン表面にフェムト秒レーザー加工を施し、LIPSS などの凹凸構造を形成する。これにより、アンカー効果の増大による接合強度の向上や残留応力の緩和効果が期待される。