



「超短パルスレーザーの解明する超高速な世界」

（平成 14～17 年度 特別推進研究「極限的短パルス光の発生とその物質との相互作用」）

所属（当時）・氏名：東京大学大学院理学系研究科・教授・小林 孝嘉  
（現所属：電気通信大学先端超高速レーザー研究センター・特任教授）

1. 研究期間中の研究成果

・背景（事象の初歩的な説明）

最近の科学・技術推進の柱であるナノ・バイオ・情報科学技術の全てに超短パルスレーザー技術は係わっている。この技術は、必然的に時間的にフェムト・ピコ秒領域に入ってくる原子・分子サイズで起きる超高速現象を解明するための、ナノ科学・技術の最重要研究手法の一つであり、その進展を図るために不可欠である。またもう一つの柱であるバイオ科学・技術にもフェムト秒レーザーが、顕微鏡、イメージングなどの研究手法として、また診断・治療等の医療用研究開発に広く使用されるようになってきた。さらにもう一つの柱である情報についても広帯域超短パルスと、広帯域光通信との関連もあり共通の技術が求められる。このように超短パルス技術は、20 世紀の先端科学技術をリードする重要な役割をになう。

・研究内容及び成果の概要

- (1) 超短パルスの発生：絶対位相安定化 4.7 f s パルス発生
- (2) 超短パルス特性新計測法の開発：光ポーリング法を絶対位相測定に適用
- (3) 遷移状態分光法および分子振動の実時間分光：電子励起状態の化学反応遷移状態の構造情報を与える振動スペクトル測定

2. 研究期間終了後の効果・効用

・研究期間終了後の取組及び現状

特推研究の後 ICORP プロジェクトで次のような成果をあげた。

- (1) 熱反応の遷移状態観測に初めて成功：クロロホルムの酸化反応の遷移状態の構造情報を与える振動スペクトルを測定
- (2) 新しい絶対位相測定法の感度向上と絶対位相安定化サブ 3 f s パルス発生
- (3) バクテリオロドプシンにおける超高速ダイナミクス：プロトン化シッフ塩基 C=N の周りの構造変化が第一に起きる変化であることを発見（図 1）
- (4) 四光波混合による高性能超短パルスレーザーの開発
  - (4-1) カスケード非縮退四光波混合による高性能超短パルス多色レーザーの開発（図 2）
  - (4-2) 縮退四光波混合による高性能超短パルスレーザーの開発
- (5) 新規精密分散制御法による超高速深紫外分光用に適した深紫外域超短パルス光源の開発

・波及効果

レーザー加工、周波数標準・計測、医用光コヒーレンストモグラフィー等実用的応用にフェムト秒レーザーが使用されている。特に本特別推進研究の成果である NOPA、絶対位相安定化法はこの分野において基礎技術として波及的に利用され、この分野に大きく貢献することが出来た。

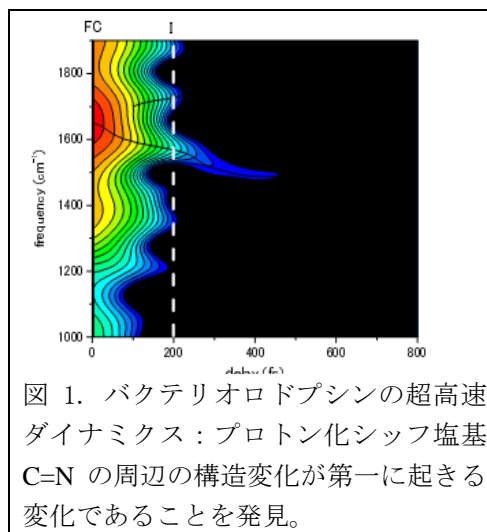


図 1. バクテリオロドプシンの超高速ダイナミクス：プロトン化シッフ塩基 C=N の周辺の構造変化が第一に起きる変化であることを発見。

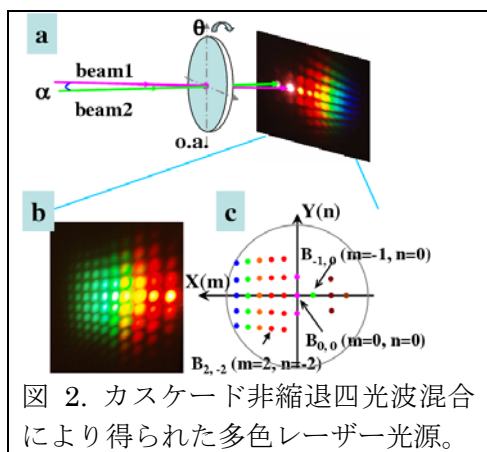


図 2. カスケード非縮退四光波混合により得られた多色レーザー光源。