

高強度レーザー誘起量子干渉

(¹分子科学研究所, ²総合研究大学院大学, ³CREST, ⁴INRS, ⁵岩手大学)

○後藤 悠¹, 香月 浩之^{1,2}, Heide Ibrahim⁴, 千葉 寿^{1,3,5}, 大森 賢治^{1,2,3}

電氣的に中性な系の波動関数は、漏れ電流による発熱とエラーのために集積化の限界に近づきつつある半導体集積回路ととって代わる可能性がある。原子・分子は電氣的に中性であり、その固有状態のポピュレーションと位相を情報の担体とし、超短光パルスを用いて多くの固有状態を一度に操作することが可能である。とりわけ分子はスケーラブルな量子情報処理に利用可能であると考えられており、量子情報処理および高い情報密度をもつ古典的な情報処理の両面への応用が期待される。これらの背景から、我々の研究室では分子の固有状態を用いた情報処理 (**molecular eigenstate-based information processing, MEIP**) を提案し、これまでに分子波束の時間発展をもとづいた超高速フーリエ変換 (**ultrafast Fourier transform**) を実現している[1]。しかしながら、さらに一般的なゲート操作のためには、異なる固有状態間の複数の遷移を起こす強い超短パルスによるゲート操作が必要である[2]。本研究で

は、強い非共鳴近赤外フェムト秒レーザーパルスを波束に照射し、これによって変形した波束中の各固有状態のポピュレーションを詳細に観測した[3]。

図1に実験の概略を示す。アルゴンをバッファガスとして用いたジェット中のヨウ素分子に対して 540 nm 付近のフェムト秒レーザーパルス (ポンプパルス) を照射し、*B* 電子励起状態に振動波束を生成した。この振動波束に、1400 nm 付近のフェムト秒近赤外レーザーパルスを照射した。近赤外パルス照射後の波束に、狭帯域ナノ秒プローブパルスを用いて準位選択的に *E* 電子状態に励起し、各振動固有状態のポピュレーション変化をレーザー誘起蛍光法 (LIF) により測定

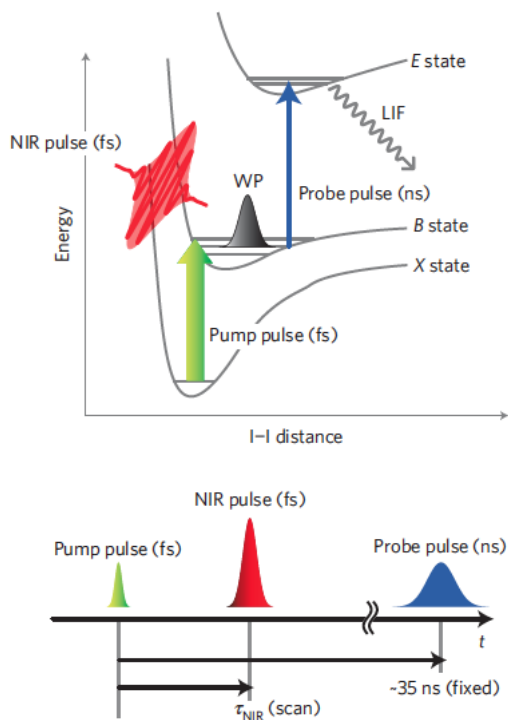


図1 : ヨウ素のポテンシャルと実験の概略

した。

ポンプパルスと近赤外パルスの遅延時間 τ_{NIR} を掃引しながら測定したところ、単一の固有状態のポピュレーションに、 τ_{NIR} の関数としてビートが観測された(図2)。複数の振動準位について同様の測定を行った結果、ビートの位相は固有状態間でずれており、これを利用してポピュレーション分布を制御できることがわかった。また、ビートの周期は、波束の古典振動周期にほぼ一致した。さらに、遅延時間 τ_{NIR} の掃引範囲を長くすると、波束のcollapse and revivalと似た振る舞いを観測した。

波束を構成するそれぞれの固有状態は波束の位置の情報を持たないはずである。単一の固有状態上で観測された直感に反するこのビートは、複数の固有状態からコヒーレントに遷移が起きるときに、それらが干渉することによるものであると考えられる。この高強度レーザー誘起量子干渉(strong-laser-induced interference; SLI)は、分子の振動固有状態だけでなく、あらゆる量子固有状態に応用可能なコヒーレント制御の新しい概念である。

参考文献

1. K. Ohmori, Ann. Rev. Phys. Chem. 60 487 (2009), K. Hosaka et al., Phys. Rev. Lett. 104 180501 (2010)など
2. J.P. Palao, R. Kosloff, Phys. Rev. Lett. 89 188301 (2002), R. de Vivie-Riedle, U. Troppmann, Chem. Rev. 107 5082 (2007)など
3. H. Goto et al., Nature Physics 7 383 (2011)

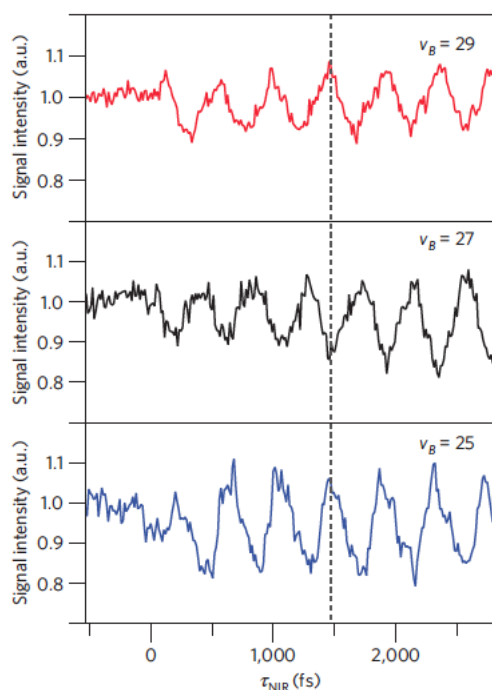


図2 : 各固有状態上で観測された量子ビート

See Figure 2 in Ref. 3