

固体パラ水素における時空間振動波束干渉制御

Coherent Control of Vibrational Wave Packet in Solid Para-hydrogen

奈良先端科技大物質¹, JST さきがけ²

○堀江 徹¹, 大森 健三¹, 柳 久雄¹, 香月 浩之^{1,2}

NAIST¹, JST PRESTO², °Toru Horie¹, Kenzo Ohmori¹, Hisao Yanagi¹, Hiroyuki Katsuki^{1,2}

E-mail: ho-toru@ms.naist.jp

【はじめに】 光を用いて物質の量子状態を制御する手法は、化学反応の生成物比の制御や量子情報処理などへの応用が期待されており、様々な研究が進められている。気相中では分子間の相互作用は非常に弱いので、分子内に作成した波束の位相緩和は遅く、二つのパルス間の遅延時間をアト秒の精度で制御することによって、波束中に含まれる各固有準位のポピュレーションを制御することが可能である^{1,2}。固体パラ水素は固体凝縮系でありながら、振動コヒーレンスの寿命が非常に長い事が知られており、これまでの研究で固体パラ水素中の一点に集光したパルスを用いて、精度の高い波束干渉実験が可能である事を報告した³。本研究では、二次元光位相変調を用いてパルスの空間パターンを整形し、ダブルパルスを用いた波束干渉と組み合わせる事により、波束を時間のみならず空間的にも制御する事を目指す。

【実験】 固体パラ水素結晶は固体凝縮系でありながら、気相中の分子と同様な量子的な特徴を色濃く残した系であると捉えることが可能であり、量子状態制御を固体凝縮系に応用する対象として、理想的な特徴を備えている。光源として、フェムト秒 Ti:Sapphire オシレータの出力光 (830nm; Stokes) と同レーザーで励起した OP0 の出力光 (630nm; pump, probe) を使用した。pump と Stokes パルスは干渉計を通過させて、それぞれ同じ遅延時間 τ を持ったパルス対に変換した。さらに LCOS-SLM によって空間位相パターンの変調を行い、集光面で二次元分布をデザインした。実験では CARS と類似した手法を用い、pump 光と Stokes 光を同時に結晶に入射する事で Raman 遷移を誘起して振動波束を作成し、さらに遅延時間 τ 経過後に二つ目の pump, Stokes 対によって二つ目の波束の作成を行った (図 1 参照)。遅延時間 τ を制御することによって、最初のパルス対で生成した波束と二発目のパルス対で生成した波束の間に干渉が起こる。固体結晶中に生成されたコヒーレンスは、さらに遅延時間 τ_{probe} が経過した後に probe パルスを入射することによって、Anti-Stokes パルスに含まれる、固体中の量子状態に関する情報を取り出す。シグナルを二次元イメージとして計測する事により、固体パラ水素中での振動励起状態分布と相対位相を観測する事が可能となる。詳細については、当日の発表にて行う予定である。

[1] H. Katsuki et al., Phys. Rev. Lett., **102**, 103602 (2009).

[2] K. Ohmori et al., Phys. Rev. Lett., **96**, 093002 (2006).

[3] H. Katsuki et al., Phys. Rev. B **88**, 014507 (2013).

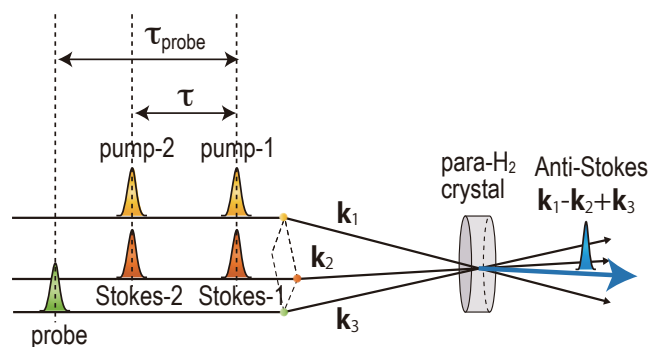


図1 固体パラ水素中での波束干渉実験スキーム