

マルチフェロイックスにおけるスピнкаイラリティの光スイッチの理論

東大工^A, 理研 CMRG^B 望月維人^A, 永長直人^{A,B}

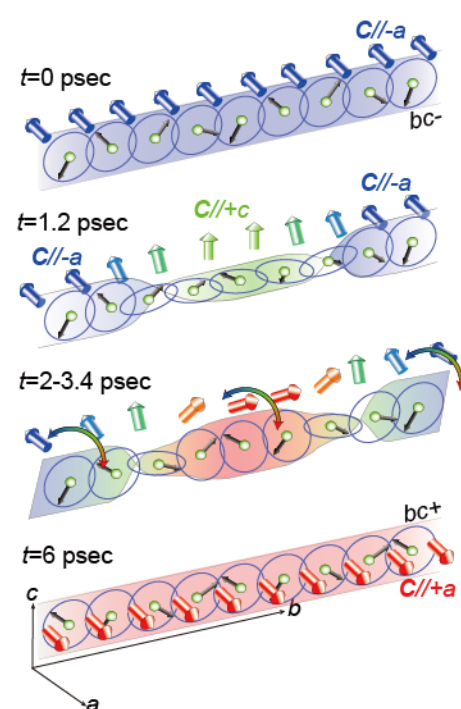
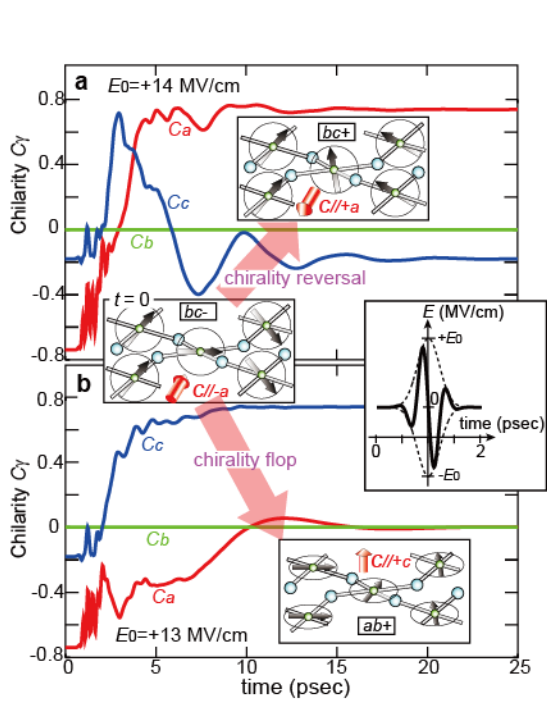
Theory of Optical Switching of spin chirality in multiferroics

Univ of Tokyo^A, RIKEN-CMRG^B Masahito Mochizuki^A, Naoto Nagaosa^{A,B}

マルチフェロイックスでは、スピンと電気分極の結合を通じて、光の振動電場成分によりスピン波（エレクトロマグノン）を励起できる。電場のエネルギースケールは磁場のそれに比べてはるかに大きく、また光の振動電場の時間スケールは非常に短い。そのためエレクトロマグノンの強励起により、従来の磁場誘起マグノンでは起こらない劇的な非線形現象や高速ダイナミクスが期待できる。マルチフェロイックスは、新しい「マグノンの物理学」を切り開く可能性を秘めている。

その一例として、マルチフェロイック Mn ペロフスカイト ($TbMnO_3$) のスピнкаイラリティを、THz パルス照射によるエレクトロマグノンの強励起により、高速かつ自在に制御する方法を理論的に提案する。 $TbMnO_3$ の磁気構造とエレクトロマグノンの光吸収スペクトルを正確に記述する微視的モデルを用い、時間発展方程式を数値的に解くことで、光パルス照射後の Mn スピンや電気分極のダイナミクスを追った。その結果、光吸収ピークに対応する周波数 $\omega=2.1\text{THz}$ の光パルス照射により、カイラリティの反転やフロップを起こせることが分かった[左図参照]。この現象は、光の振動電場が引き起こすダイナミカルなポテンシャル構造の変調と、異方性のために質量を獲得したスピンの慣性運動によることが明らかになった。

さらに、光パルスの強度や幅、周波数、符号に対する非常に強い非線形性や、カイラリティドメインのダイナミカルな空間構造形成（動的ストライプ）という興味深い相転移ダイナミクス[右図参照]を明らかにしたのでお話しする。



左図：スピнкаイラリティの時間発展 (a) カイラリティ反転 (b) カイラリティフロップ 右図：カイラリティ反転の動的過程の概念図