

Dark-bright exciton coupling in asymmetric quantum dots

S. Germanis¹, P. Atkinson¹, R. Hostein¹, C. Gourdon¹, V. Voliotis¹, A. Lemaître²,
M. Bernard¹, F. Margailan¹, S. Majrab¹, and B. Eble¹

1, *Sorbonne Universités, UPMC Université Paris 06, CNRS*

2, *Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, CNRS, Université Paris-Sud*

PHYSICAL REVIEW B **98**, 155303 (2018)

【はじめに】量子情報通信プラットフォームとして半導体量子ドット(QD)が注目されている。QDを円偏光励起すると、反平行スピンの電子と正孔で構成される明励起子(BE)が生じる。BEは光励起で容易に生成できるが、コヒーレンス時間が数100 psと短い。一方、平行スピンの電子と正孔から成る暗励起子(DE)は光学不活性であり、5~100 nsと長いコヒーレンス時間を持つため、DEを光学的に活性化できればQubitなどへの応用が期待できる。DE光学活性化の手段としてDEとBEを結合させるDB結合があるが、今日までにQD対称性の低下がDB結合を引き起こすことが指摘されている。しかし、一般にDB結合の効果は小さいため、結合度を制御するにはまず、結合度の精密測定法を確立する必要がある。本論文では、斜め磁場配置での発光直線偏光度(DLP)を用いたDB結合の評価方法を提案・実証する。

【実験結果】実験では(001) 自己成長InGaAs/GaAs QDに対して、成長軸から86.5度傾けた方向に磁場($B \leq 8$ T)を印加している。図1(a)は磁気発光スペクトルで、励起子分子(XX)からの発光を含め8本の発光線が観測されている。光学的に活性なBE, $XX \rightarrow BE$ 発光に加えて、横磁場の影響でDB結合が起こるためDE, $XX \rightarrow DE$ 発光が観られる。図1(b)はDE-高エネルギー発光DLPの磁場依存性であり、磁場強度の増加に伴いDLPが減少している。実線はDLPの計算曲線を表すが、QD形状として C_{2v} 対称性を仮定した青線に比べ、より低い対称性 C_s を仮定した赤線の方が実験結果をよく再現している。実験結果と理論計算の比較から、通常の分光手法では評価が難しいDB結合エネルギーを ± 5 μ eVと高い精度で求めることができた。

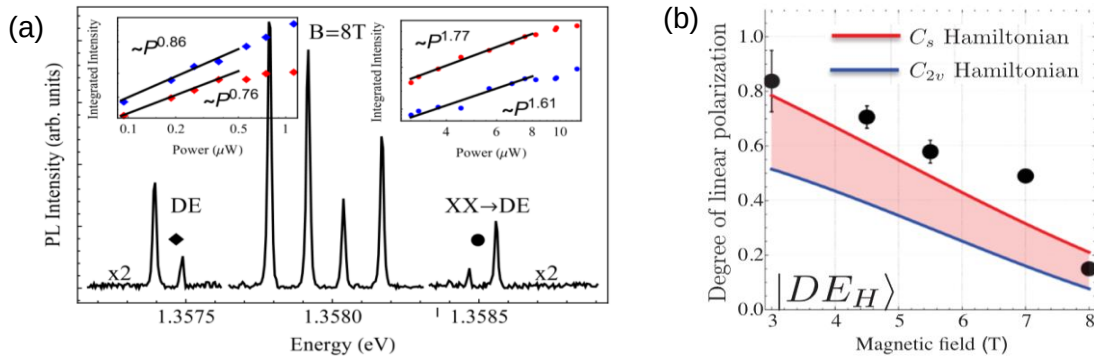


図 1 : (a) 磁場印加時の QD 発光スペクトル(8 T). (b) DE-高エネルギー発光スペクトルの直線偏光度の磁場依存性, 黒丸が実験値, 実線が 2 つの QD 対称性における理論計算を表す。

Terahertz probes of magnetic field induced spin reorientation in YFeO_3 single crystal

Xian Lin,¹ J. Jiang,¹ Z. Jin,^{1,2} D. Wang,³ Z. Tian,³ J. Han,³ Z. Cheng,^{1,4} and G. Ma¹

¹Department of Physics, Shanghai University, Shanghai 200444, People's Republic of China

²Max Plank Institute for Polymer Research, Ackermannweg 10, 55128 Mainz, Germany

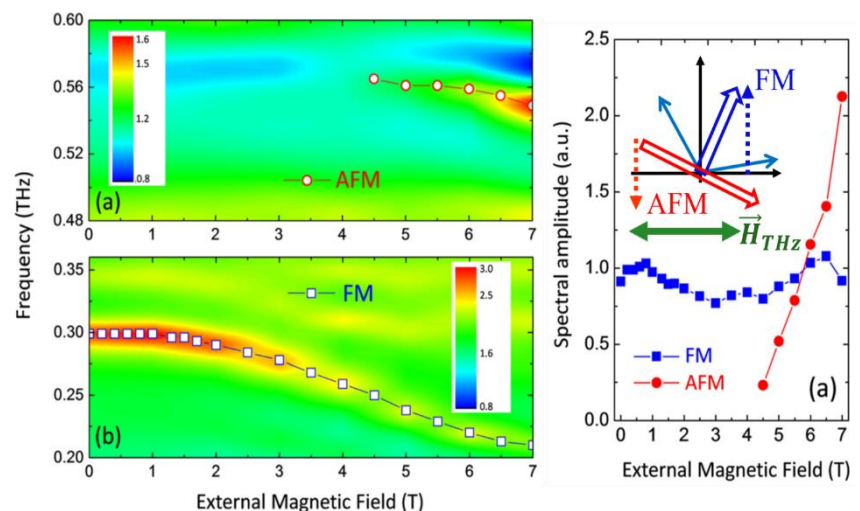
³Center for Terahertz Waves and College of Precision Instrument and Optoelectronics Engineering, Key Laboratory of Optoelectronics Information and Technology (Ministry of Education), Tianjin University, Tianjin 300072, People's Republic of China

⁴Institute for Superconducting and Electronic Materials, University of Wollongong, Wollongong, New South Wales 2522, Australia

APPLIED PHYSICS LETTERS **106**, 092403 (2015)

従来のエレクトロニクスでは、非磁性半導体中の電子の電荷自由度を用いて情報の処理・記録を行う。しかし、その方法では電荷の運動のために発生するジュール熱による問題が伴う。一方で磁気記録に用いられている磁性体の磁気秩序には、マグノン（スピン波）と呼ばれる素励起が知られている。そして、そのマグノンには電荷がないため、マグノンの移動にはジュール熱の問題が伴わない。さらに従来の素子の動作速度が GHz 領域であることに対して、マグノンの振動数が THz 領域に属するため、マグノンを用いた素子には低エネルギー消費、高速動作が期待される [1]。

そこで、本論文では二つの副格子のスピンの傾いた反強磁性体である YFeO_3 の磁気秩序とそのマグノンについて、近年利用しやすくなった THz 時間領域分光と呼ばれる方法で調べた。特に Fe^{3+} の磁気モーメントの外部磁場による再配向時におけるダイナミクスを測定した。 YFeO_3 は一般に RFeO_3 (R はレアアースもしくはイットリウム Y) という化合物群で R に Y を取ったものである。磁気秩序は RFeO_3 中で一般に R^{3+} と Fe^{3+} の磁気モーメントが担うが、 R^{3+} の中で Y^{3+} は磁気モーメントを持たないため、 YFeO_3 の磁気的な振る舞いで、純粋に Fe^{3+} の磁気モーメントによる寄与を調べることができる。そこで、その磁気モーメントのダイナミクス、すなわち磁場中のマグノンを外部磁場中の THz 時間領域分光により詳しく測定し、磁気モーメントの再配向を調べた。その結果、他の RFeO_3 で発生する Fe^{3+} の磁気モーメントの再配向に比べて、 YFeO_3 での再配向では Y^{3+} が非磁性のため外部磁場によってのみ起こることと、そのダイナミクスを明らかにした。



[1] J. Walowski and M. Munzenberg, J. Appl. Phys. **120**, 140901 (2016). **図1 磁場中の吸収スペクトル(左)とスペクトル強度(右)**

Techniques for High-contrast Imaging in Multi-star Systems. II.

Multi-star Wavefront Control

D. Sirbu¹, S. Thomas², R. Belikov¹, and E. Bendek¹

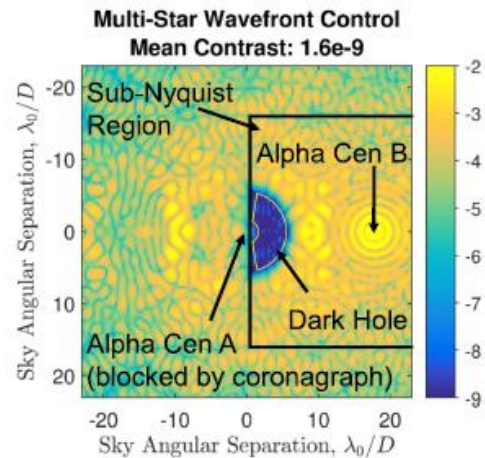
¹ NASA Ames Research Center, Moffett Field, Mountain View, CA, 94035, USA

² Large Synoptic Survey Telescope, Tucson, AZ, 85719, USA

The Astrophysical Journal, **849**:142, 13 (2017)

系外惑星探査は、近年急速に発展している天文学の一分野である。系外惑星探査の究極の目標は、地球と似た惑星の発見である。地球は太陽という一つの恒星（単一星）を公転している。一方、広大な宇宙には二つの恒星が重力的に結びついた連星系が存在することが明らかとなっている。米国 NASA の Kepler 衛星などによって、連星系を公転する惑星も間接的観測手法により発見されている。このような惑星を直接観測するためには、明るい恒星の存在が大きな障害となる。特に連星系においては、恒星が二つも存在するため、両方の恒星光をいかに惑星光の強度レベルにまで除去できるかが直接観測の課題となる。しかし、従来の直接観測技術の研究では、そのほとんどが単一星を想定したものであった。そのため、次世代の直接観測ミッションにおいて連星系は観測対象から除外されている。

筆者らは、単一星に対する観測技術（可変形鏡を用いた波面制御技術）を連星系に応用するため、SNWC（Super-Nyquist Wavefront Control）および MSWC（Multi-star Wavefront Control）という新たな観測技術を提案した。右図は、観測対象として Alpha Centauri 系という連星系を想定した、提案する観測技術の計算機シミュレーションである。この結果は、連星系において両方の恒星光が強力に除去され、“Dark Hole” 領域を形成することに成功した。この領域で 1.6×10^{-9} のコントラスト（恒星光の除去レベル）が達成され、地球に似た惑星の直接観測が可能なレベルであることを実証した。



図：連星系（Alpha Centauri 系）を想定した、提案する観測技術の計算機シミュレーション