

固体中のErイオンのサブレベル分光 ～光と電子の間で量子情報のメディア変換を行う～



Motivation どんな問題に取り組むのか？

原理的に盗聴が不可能な暗号通信の実現を目指して、量子暗号通信に関する研究が盛んに行われています。しかしながら、様々な要因によりその通信距離が最長で200km程度に制限されることが問題となっています。このような距離の限界を克服して大規模な量子通信ネットワークを構築するために、我々は量子中継技術の実現、特に、光子と電子の間で量子情報を変換してその記録・読み出しを可能にする量子メモリの実現を目指します。

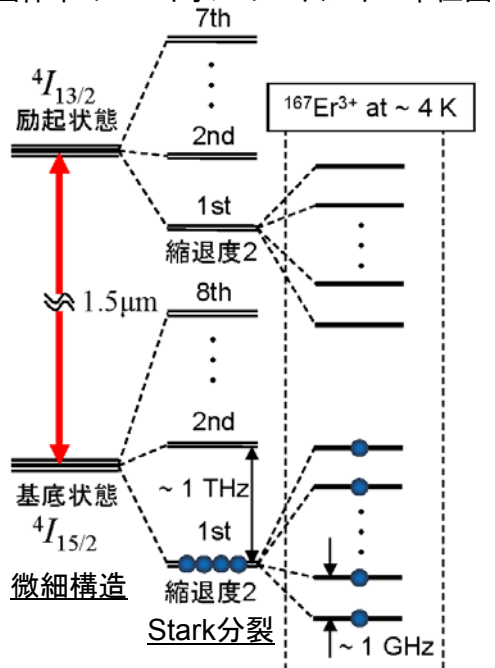
Originality 得られた結果はどう新しいのか？

1.5 μ m光通信波長帯で動作する量子メモリの実現を目指して、これまでにエルビウムドープ・ガラスファイバー (EDF) やEr³⁺:Y₂SiO₅結晶を用いて、超微細構造準位をサブレベルとする三準位系の物理特性を解明してきました。特に、EDFに関してはその物理特性についてこれまでほとんど明らかにされておらず、超微細構造準位の寿命の温度依存性を測定することにより、ガラスホスト中のEr³⁺イオンの緩和機構について新たな知見を得ることができました。

Impact この研究が成功した場合のインパクトは？

従来から研究されている1.5 μ m光通信波長帯での量子暗号通信との統合が容易であるだけでなく、EDFに特有の広帯域性、低損失長距離伝搬などの利点を生かせば、従来の冷却原子よりも機能性と発展性に優れた光制御素子の実現が期待できます。さらに、光制御素子から量子中継素子へと発展させることができれば、量子暗号通信の分野で一つのブレークスルーとなります。

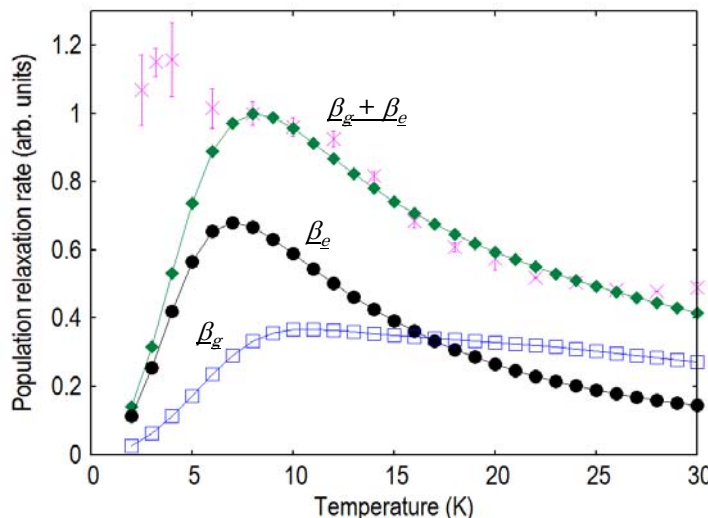
固体中のEr³⁺イオンのエネルギー準位図



超微細構造分裂

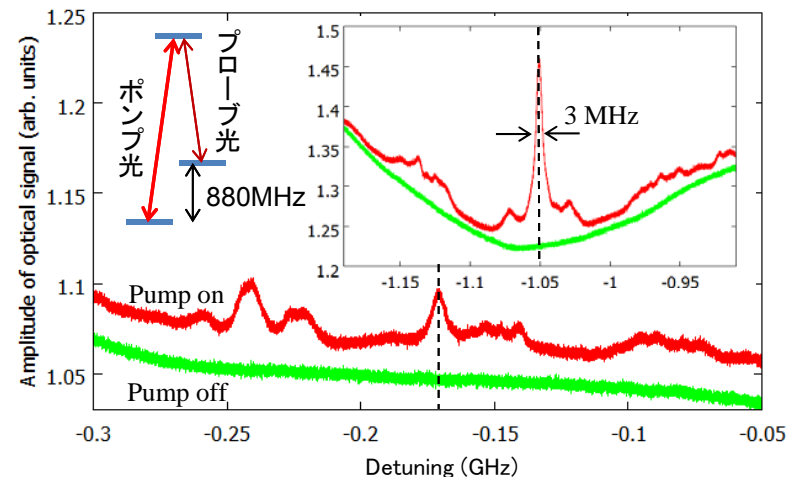
[¹⁶⁷Er: 同位体比 23 %, 核スピン 7/2]

ガラスファイバー中にドープされた¹⁶⁷Er³⁺イオンの超微細構造準位のポピュレーション緩和レート



- × : 実験結果
- : 基底状態(⁴I_{15/2})における超微細構造準位のポピュレーション緩和レート β_g
- : 励起状態(⁴I_{13/2})における超微細構造準位のポピュレーション緩和レート β_e

Y₂SiO₅結晶中にドープされた¹⁶⁷Er³⁺イオンの超微細構造準位の飽和吸収分光:
2.1Kにおけるメインホールとサイドホールの様子



サブレベル周波数→880MHz