

18a-D6-8

蛍光ダイヤモンドナノ粒子を使った 光検出磁気共鳴イメージング法の生体応用

Optically detected magnetic resonance by use of fluorescent nanodiamonds and its
application for biological samples

京大 iCeMS, 吉成 洋祐

iCeMS, Kyoto Univ., Yohsuke Yoshinari

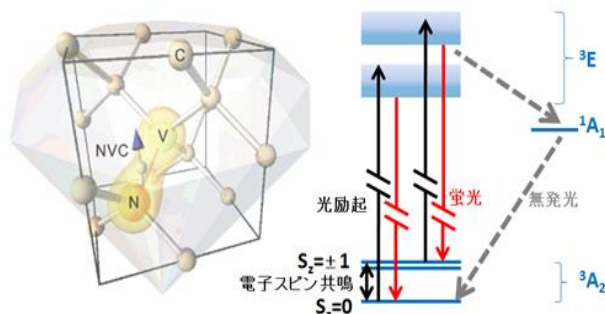
E-mail: yyoshinari@icems.kyoto-u.ac.jp

生きた細胞や動物の器官内部で起こる様々な生物学的活動の動的振舞いを理解することは、生命がどのように維持されているかを知る上で重要である。生きた生体試料を観察するには、蛍光顕微鏡を使った観察が適している。これは、蛍光色素で目印を付けた分子を試料内に導入し、その分布や生命反応に応じて発生する動的振舞いを蛍光計測を通して観察する手法である。単一蛍光色素の計測技術は今から 20 年ほど前に日本のグループが世界に先駆けて開発し、現在でも必要不可欠な手法になっている。一方で、非侵襲性を特徴とする磁気共鳴分光は生きた細胞内の分子動態を明らかにできる有効な手法であるが、 10^8 個の電子スピン、または 10^{15} 個の水素原子核スピンの必要のために、非平衡状態にある細胞内部を平均化した現象を観測していることに等しい。したがって、上述の蛍光顕微鏡計測のように、生物試料に導入したナノメートルサイズの単一プローブに対して、定量計測を得意とする磁気共鳴手法の開発が望まれている。

ダイヤモンド粒子内に存在する窒素-空孔センター (NVC) は、不純物として結晶内に混入した窒素原子と炭素の空孔が隣接したときに生ずる格子欠陥の一種で、従来の蛍光色素に見られた種々の問題を払拭し、細胞など生きた試料に対する 1 分子計測に極めて有効な蛍光物質である。更に、NVC は 2 つの不對電子スピンの三重項状態を形成する特異な電子状態を持つと共に、放射される蛍光強度がスピン状態に依存するという極めて希な物性を持つ安定な不純物状態である他、常温常圧環境下で単一 NVC に対する電子スピン共鳴 (ESR) 実験が可能である (光検出磁気共鳴法)。

本講演では、光検出磁気共鳴法を使って、生きた生物試料に導入したダイヤモンドナノ粒子の NVC 選択計測、ならびに、粒子の回転運動を長時間モニターした結果について紹介する。

本研究は、講演者が所属する研究室の原田慶恵教授、ならびに、京都大学大学院工学研究科：白川昌宏教授と同グループに属する朽尾豪人 (准教授)、五十嵐龍二 (PD)、杉拓磨 (さがけ)、外間進吾 (D2)、久美屋雄太 (M1)、住友電気工業株式会社の角谷均 (博士)、池田和寛 (博士) との共同研究によるものです。



(左) ダイヤモンド結晶構造と NVC の模式図。(右) 電子スピン共鳴と蛍光現象のエネルギー準位と遷移過程。