

6. Ib型のダイヤモンドのカラーセンターにおける光励起現象 ～NVセンターのブリーチング～

奥田真介

Ib型のダイヤモンドに電子線または中性子線を照射し、900℃程度でアニールすると、不純物である孤立窒素（以下Nと略す）と原子空孔の結合したNVセンター（以下NVと略す）が形成される。NVは、638nmにゼロフォノン線を持ち、フォノンサイドバンドによる強い吸収及び発光を示すパイロニックセンターである。照射後アニールしたIb型のダイヤモンドでは、638nmより短波長側にこのNVによる強い吸収帯が存在する一方、それより長波長側にも僅かではあるが構造のない吸収帯（以下Xと略す）が存在する。しかしXの起源は明らかではない。このような試料に515nmの光を照射すると、NVおよびXの吸収が減少すること（ブリーチング）を発見した。このブリーチングの機構を明らかにするのが、本研究の目的である。

初めに、NVとXのブリーチングが同一の起源によるものかを調べるため、パルス励起後の時間分解光誘起吸収スペクトル、及びブリーチングの効率の励起波長依存性を測定した。その結果次の点が明らかになった。

- ・各波長におけるブリーチングは時間的に同一の回復過程を示す。
- ・NVもXも670nmより短波長の光でブリーチされる。

この2点から、NVとXのブリーチングは同一の起源によるものであると結論される。ブリーチングが非常に広い波長域で起こっていること、また有効な励起波長域と未照射ダイヤモンドのNによる光伝導スペクトルの立ち上がりがほぼ一致することから、ブリーチングは、Nの電子が伝導帯に励起されることにより起こるものと推察できる。

次に、ブリーチングの回復の時間変化を励起光に連続光及びパルス光をもちいて測定した。連続光とパルス光の時とで違いはあるものの、回復は時間の対数（ $\text{LOG}-t$ ）に比例して変化しており、これは時定数に分布があることを示唆している。また回復は低温にすると共に遅くなっていき、回復過程に熱活性化的な要素が含まれていることを意味している。

これらの事実を説明するため、次のようなモデルを提案する。670nmより短波長の光によりNの孤立電子が伝導帯へ励起される。励起された電子は、NVやXを初め他のトラップセンターPにトラップされ、それぞれ電荷状態の違うセンターに変わる。励起終了後は、 P^- から熱的に伝導帯へ励起された電子が再びNVやXにトラップされる過程と、 NV^- や X^- の電子がトンネリングにより N^+ に戻るという2つの過程によりブリーチングの回復が起こる。回復の時定数の分布は、 NV^- や X^- と N^+ の距離の分布と、トラップセンターの熱活性化エネルギーの分布の重ね合わせを反映したものになる。このようなモデルにより、連続及びパルス励起後の回復過程の違いも定性的に説明することができる。