

[2] エネルギーの熱緩和・散逸過程の計測と制御による高度エネルギー利用 光合成(光-化学)、太陽電池(光-電気)、発光素子(電気-光)、動力機械(力学-電気・化学)、電子回路を含むナノ構造体の熱発生・散逸の過程の時空間計測法の開発

太陽エネルギーは地球のすべての生命活動の母(化石燃料を含め)植物の光合成がほとんどすべての生命を支えるしかし 植物の太陽エネルギーの利用効率は高くない。

その電子構造に由来する吸収スペクトルは、青色光を吸収できるがそのエネルギーのまま利用できず、無輻射緩和により赤色光とのエネルギー差分を熱散逸で失う。

半導体太陽電池も、バンドギャップエネルギー(E_g)よりも大きいエネルギーの光子を利用できるが E_g との差は熱エネルギーとして失う。

地球規模の膨大なエネルギー損失

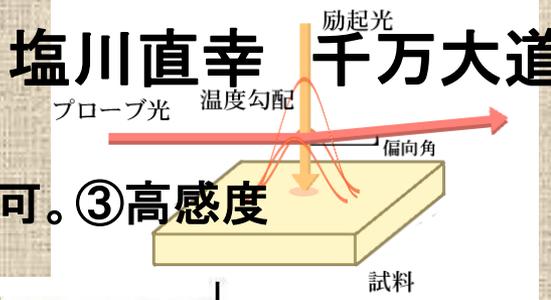
制御して最小化 発生する熱エネルギーを再利用

マイクロ・ナノマシンの高効率・高速動作のために、摩擦と熱散逸過程のメカニズムを物理的に解明し制御することが必要

光合成、太陽電池、発光素子のエネルギー効率の改善により、
エネルギー問題・地球温暖化問題の解決

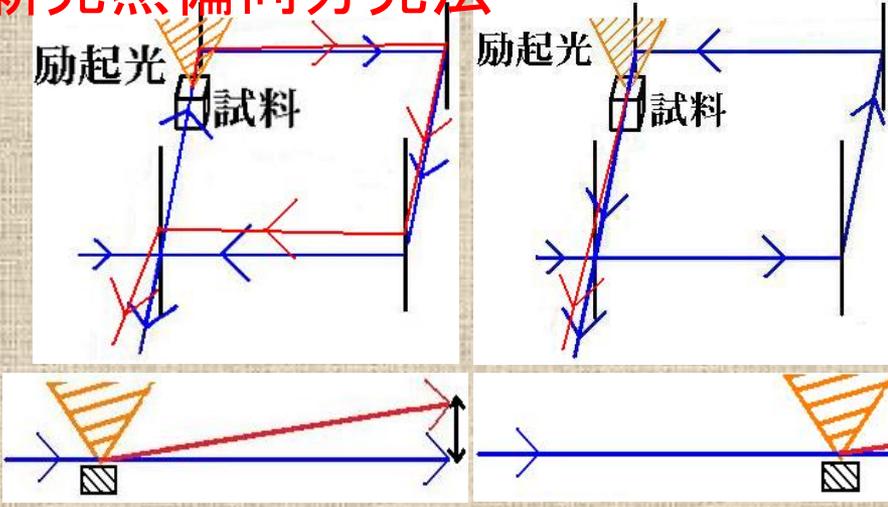
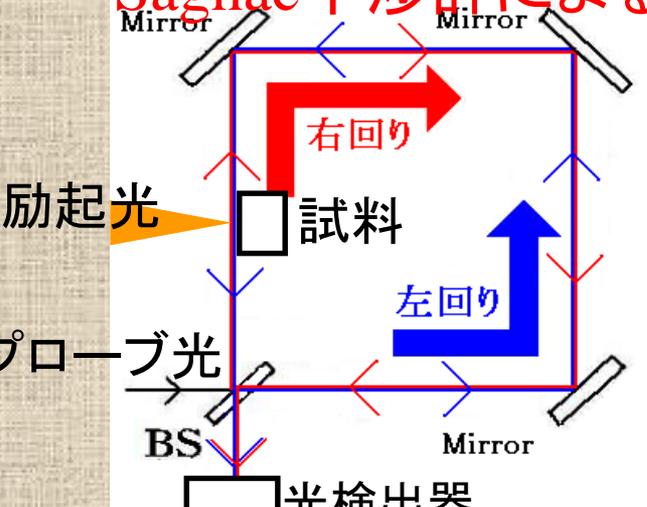
Sagnac干渉計光熱偏向分光法の開発と熱緩和スペクトル

光熱偏向分光法 光励起した物質が無輻射緩和で熱を発生。
 熱による温度勾配が屈折率勾配を生じ、通過プローブ光を偏向。
 偏向角vs励起光波長が吸収スペクトルに比例。



- ①試料の形態を問わない。
- ②無発光、散乱性、非透過試料の測定可。
- ③高感度

Sagnac干渉計による新光熱偏向分光法



光熱偏向効果により、干渉位置でのプローブ光位置がずれる

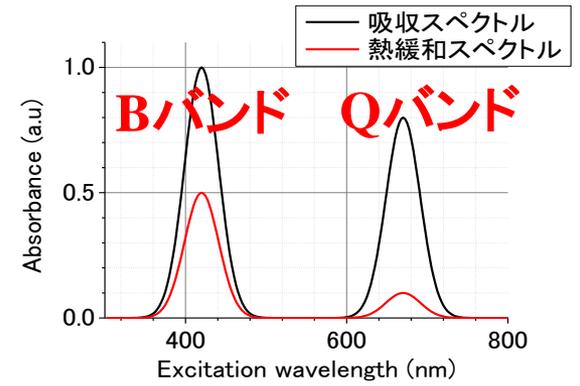
- 右回り: 固定端反射4回
- 左回り: 固定端反射3回
- ・共通光路で干渉が安定、光路を延ばせば光熱偏向信号のみを増幅
- ・分光白色ランプ励起で空気中の試料の光熱スペクトル測定可

光熱スペクトル=熱緩和スペクトルなので、吸収スペクトルと比較することで、発光の量子効率や光合成の効率などを測定できる

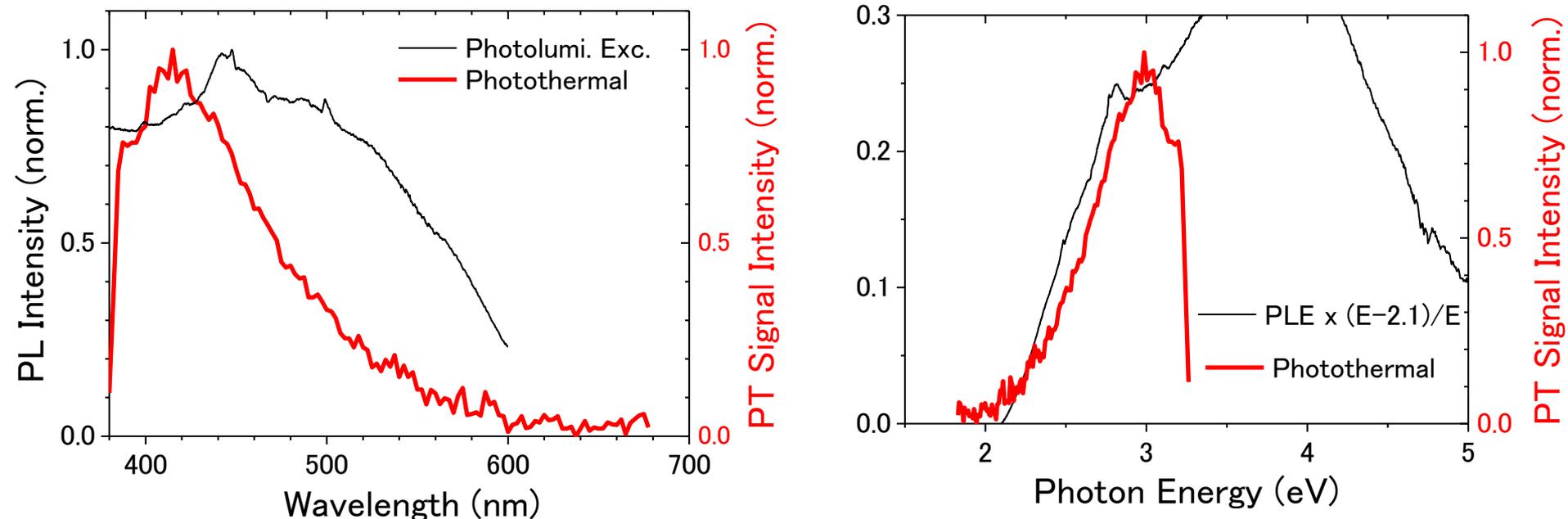


強度が同じで位相がπ異なり打ち消し合う

光熱偏向効果でビームがずれ検出光強度が変化



世界で初めて熱緩和スペクトルの測定に成功 (吸収スペクトルと異なる)



[左]白色LEDに使用される赤色蛍光体粉末CASN:Eu²⁺の
発光励起スペクトル(=吸収スペクトル、黒線)と
Sagnac干渉計光熱偏向分光法で測定した光熱スペクトル(赤線)。
[右] 2.1eV以下の励起エネルギーはすべて発光に変わり、2.1eVを
超える励起エネルギーだけが熱に変わるとして吸収スペクトルを変換
するとほぼ光熱スペクトルに一致。 **100%近い発光量子効率を実証**
光熱スペクトルが熱緩和スペクトルとして無輻射緩和効率(100%との
差をとれば発光効率)の定量的評価に使えることを実証。