



國立交通大學
National Chiao Tung University

出國報告（出國類別：學研訪問）

與今堀博士討論螢光電子供受體研究數據成果及未來合作相關事宜

服務機關：交通大學 應用化學系

姓名職稱：太田信廣 講座教授

派赴國家：日本 京都

出國期間：105/03/25~03/28

報告日期：105/4/13

摘要

我已與今堀教授有多年的合作經驗，內容為在電致吸收(E-A)及電致發光(E-PL)光譜。其一研究為電場在吸收和光致發光(PL)光譜引起的個別變化以及卟啉和富勒烯的連接的化合物的 E-PL 的時間解吸衰變曲線，這是光電材料用作光伏電池中極具潛力的研究。今堀教授已在近期測量電致吸收(E-A)、電致發光(E-PL)光譜和 4 個卟啉和富勒烯的連接的化合物的電場感應在光致發光(PL)衰減曲線的變化。今堀博士的實驗室位於大阪京都大學的實驗室，105 年 3 月 25 至 105 年 3 月 28 日，我帶著我們實驗室的數據成果去拜訪他。在討論的過程中，我們依據實驗的成果研擬了草稿，並且認同部分理論計算需要經過闡明定量結果後才能發表實驗成果。

目次

一、目的.....	1
二、過程.....	2
三、心得及建議	3
四、附錄.....	4

本文

一、目的

今堀博士是京都大學綜合細胞材料機構中知名的有機化學家。今堀博士設計、合成了超分子仿生系統，該系統可用在人工光合作用、光物理、光化學、光誘導電子轉移、能量傳遞、有機合成，以及部分化合物，像是卟啉、酞菁、富勒烯、碳納米管石墨、納米顆粒、聚合物。這些化合物含括在光伏設備中的光電及光功能材料中，而光伏設備又包括了染料敏化太陽能電池和本體異質結太陽能電池。

我過去在北海道大學任職時已有和今堀博士合作。當時研究的項目為電子供體和電子受體電系統的吸收和光致發光電子測量，其中卟啉和富勒烯用來闡明吸收光譜和熒光光譜在外部電場上的作用機制。而我們也共同發表了相關研究成果，可見附錄（一）和附錄（二）。卟啉化合物非常重要，它的功用為光伏器件的染料敏，我有和國立交通大學刁維光教授合作光伏器件染料敏的相關研究，可見附錄（三），其中富勒烯也是作為電子受體不可或缺的化合物，卟啉和富勒烯的混合引出物可以用來製造異質結太陽能電池的光電器件。

我於國立交通大學任教後，我們實驗室重新建構了電吸收和電致發光測量系統以及光致發光電場效應的時間分辨測量系統，我們重新啟動了和今堀博士的共同研究計劃。研究的內容為使用卟啉和富勒烯的連接的化合物和電致發光測量的皮秒時間分辨測量，目前實驗已檢測出熒光衰減是如何通過施加電場影響卟啉和富勒烯連接的化合物中。而現在我們已經從今堀博士那邊得到時間分辨熒光衰減上的電場效應和在熒光光譜四個連接卟啉和富勒烯的化合物的結果。為了研擬實驗結果的草稿，我決定於 105 年 3 月 25 至 105 年 3 月 28 日親自拜訪今堀博士並和他討論研究結果。

二、過程

今井博士已經測量了電致吸收 (E-A) 及電致發光 (E-PL) 光譜卟啉和富勒烯連接合成的化合物，其中一個合成物的分子結構可見圖 1。我已經給今井博士看過實驗結果的詳細內容，在這些連接化合物中，光誘導電子從光激發卟啉轉變成基態富勒烯。這些化合物的電致吸收 (E-A) 及電致發光 (E-PL) 顯示螢光卟啉被游離鹼富勒烯中的施加電場冷卻，當中也包含了施加電場增強光誘導電子從光激發卟啉轉變成富勒烯。與游離鹼富勒烯對比，施加電場提升了在鋅卟啉和富勒烯的連接化合物中的螢光卟啉，而光誘導電子從鋅卟啉轉變成富勒烯則是沒有被施加電場提升。

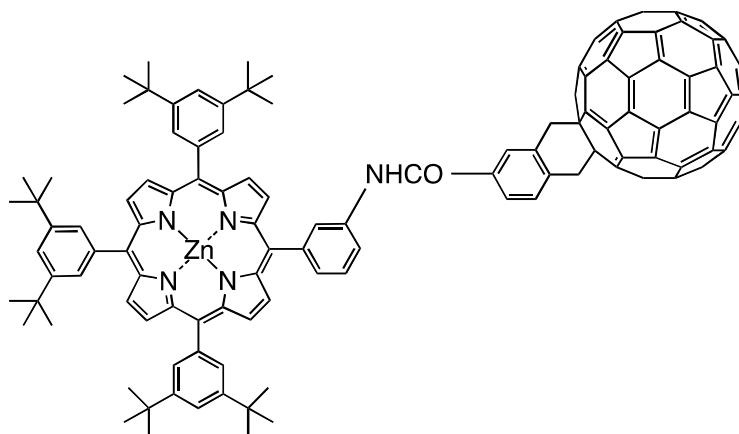


圖 1：今堀博士合成的連接化合物

時間分辨光致發光 (PL) 衰變化合物也顯現施加電場提升了光誘導電子轉換的游離卟啉，而電子轉換成鋅卟啉則是沒有被施加電場提升。關於機理的部分我和今井博士得出的結論是施加電場效應在螢光上相反的反應是來自於光誘導電子轉移的自由能隙差。並且不同化合物上的不同的電場反應大小可能來自於與受體和供體的距離。為了再度確認機理的部分，未來將會以馬庫斯理論為原理的理論機算來模擬在光誘導電子轉移的電場效應。

除了討論電致吸收 (E-A) 及電致發光 (E-PL) 測量的結果外，今井博士也向我介紹了他的實驗室以及他現在進行的研究，內容為卟啉衍生物構成的光電器件評測。

三、心得及建議

(一) 心得

我在 3 月 25 日至 3 月 28 日到日本京都大學拜訪今堀博博士，如同前面幾段已經有提到的，我跟今堀博士共同研究的內容為電致吸收 (E-A) 及電致發光 (E-PL) 光譜和電致發光 (E-PL) 光譜已及 4 個卟啉和富勒烯的連接的化合物。學研訪問的過程中，我向今堀博士展示了我們實驗室的研究結果，也解釋連接化合物的螢光電場效應機理結果的細節。而我也向今堀博士討教了化合物的合成過程以及使用這些化合物製成的電子性質和光伏設備。這次的學研訪問對我的研究非常有幫助，我和今堀博士會將這些研究成果總結成報告並提交在國際期刊上。

(二) 建議

今堀博士隸屬於京都大學綜合細胞材料機構 (iCeMS)。京都大學綜合細胞材料機構是在研究誘導性多功能幹細胞中非常知名的機構，今堀博士研究的主題為使用卟啉和富勒烯相關化合物在活細胞作為細胞和材料之間的跨學科研究，其中我的研究主題光伏材料的材料研究和動力學和生物系統的功能都與今堀博士的研究有合作的空間。因此不只是與今堀博士的合作研究，要是未來有和其他京都大學綜合細胞材料機構的教授合作或進行學研討論的機會，對於我們的研究會更有助益。

四、附錄

- (一) N. Ohta, S. Mikami, Y. Iwaki, M. Tsushima, H. Imahori, K. Tamaki, Y. Sakata, S. Fukuzumi, “Acceleration and deceleration of photoinduced electron transfer rates by an electric field in porphyrin-fullerene dyads”, Chem. Phys. Lett., 368, 230 (2003),
- (二) M. Wahadoszamen, T. Nakabayashi, S. Kang, H. Imahori and N. Ohta, “External Electric Field Effects on Absorption and Fluorescence Spectra of a Fullerene Derivative and its Mixture with Zinc-Tetraphenylporphyrin Doped in a PMMA Film”, J. Phys. Chem., B, 110, 20354 (2006).
- (三) H.-Y. Hsu, H.-C. Chiang, J.-Y. Hu, K. Awasthi, C.-L. Mai, C.-Y. Yeh, N. Ohta, E. W.-G. Diau, “Field-induced fluorescence quenching and enhancement of porphyrin sensitizers on TiO₂ films and in PMMA films”, J. Phys. Chem. C 117, 24761 (2013)