

2018年度 公益財団法人日本台湾交流協会フェローシップ事業成果報告書
(自然科学分野)

研究成果報告書

鄭安婕

国立交通大学

招聘期間 (2018年7月8日～8月31日)

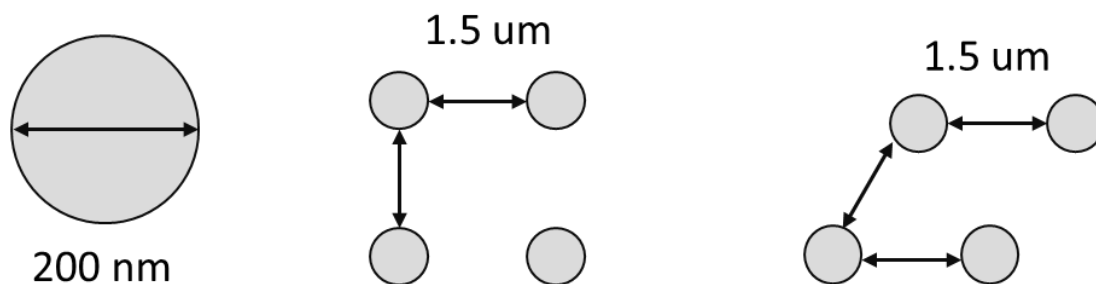
2018年

公益財団法人日本台湾交流協会

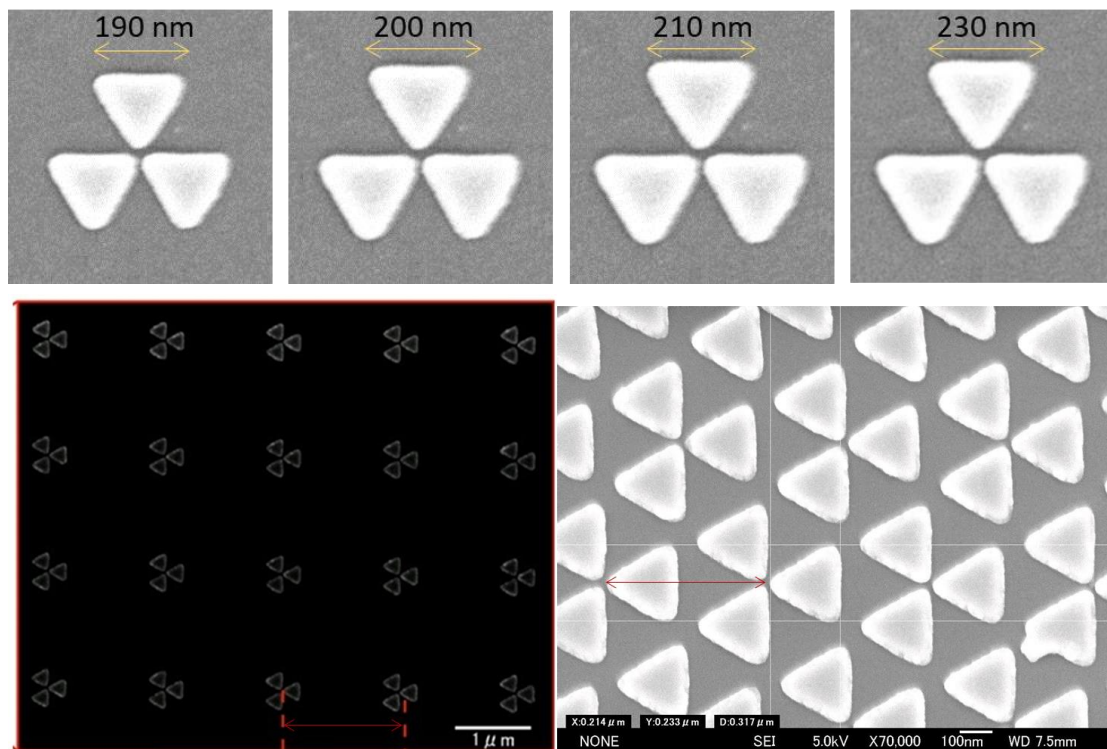
研究成果報告書

受聘者：鄭安婕

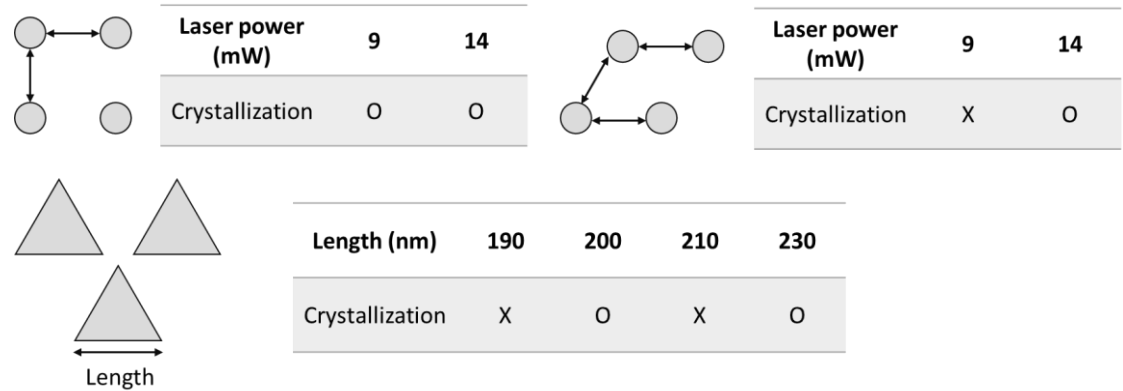
根據之前實驗的結果，我們可以藉由金屬奈米結構結晶化控制結晶掌性，得到高的 CEE (crystal enantiomorph excess) 差異。此次交流重點為學習獨立製作、設計金屬奈米結構，並且學習用計算軟體模擬共振電磁場。我們認為現在能夠控制結晶掌性，是藉由表面電漿共振的電磁場不對稱的與目標分子作用。而改變金屬奈米結構及排列，能改變表面電漿共振的波長、產生熱點的位置等等，進而產生不同的共振電磁場，所以想利用不同的金屬奈米結構來證實目前推測的可能機制。製作實驗目前使用的金屬奈米三個三角形組成，有一定難度，所以從圓形的奈米結構開始製作，也藉由圓形的結構來觀察遠場的共振電磁場變化，首先製作兩種圓形的奈米結構。



再來，改變了原本使用的 230 nm 三角形邊長為 190、200、210 nm，藉由不同的共振電磁場來做實驗，觀察變化。原本邊長 230 nm 的三個三角形，也有繪製另一種排列更為緊密的結構。



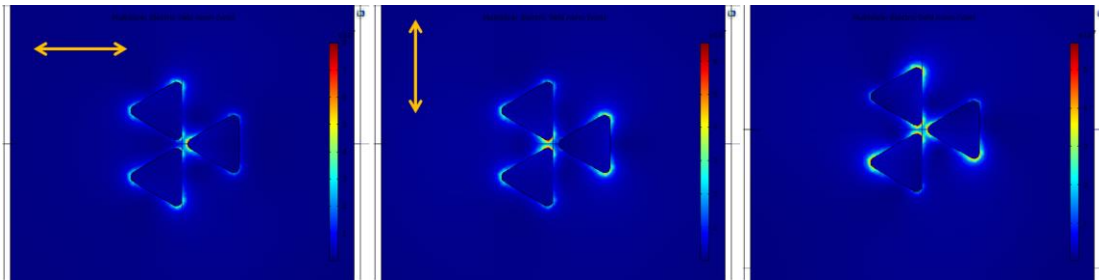
以上為製作的各式奈米結構，接著，利用製作的各種金屬奈米結構進行結晶化實驗，由於時間及設備的限制，僅測試以上製作結構能否進行結晶化實驗。



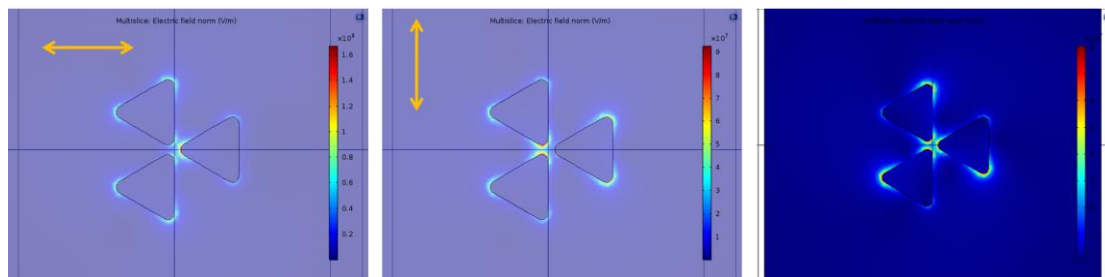
在上表格中，不同的排列圓形奈米結構能否產生結晶化，結構間的距離也會影響產出的共振電磁場，我們想藉由此排列觀察，目前我們使用的排列是否為最佳的實驗條件。左圖為原本實驗的條件，在此距離之下，金屬奈米結構僅能與上下左右的產生共振，而斜對角線的結構則太遠；右圖則是每個圓形間距都為相同，故能與任一旁邊的圓形結構產生共振。根據此實驗得到的結果，仍為原本的排列更佳，右圖的排列無法產生結晶，或是比原本的排列需要更久的照射時間。在下表格中，我們可以看到在 190、210 nm，並無結晶化的產生，這可能是由於照射使用的 1064 nm 波長與表面電漿共振的波長位置沒有吻合，造成結晶化無法產生。而 200 nm 的三角形結構，雖然可以產生結晶化，但產生結晶的時間卻需要 20 分鐘以上，比較原本的設定條件 230 nm 三角形需要更多的時間產生結晶。截至目前為止，沒有一項儀器能直接觀察經數結構所產生的共振電磁場，所以所有的結果都只能經過實驗而得到結果，進而推測可能產生的電磁場。透過這些實驗，我們可以得知目前設計的條件為實驗的最佳條件。

上面曾提到目前無法透過儀器來觀察金屬奈米結構產生的表面電漿共振電磁場，所以大部分的研究者使用計算軟體來模擬可能產生的共振電磁場，在交流的對方實驗室使用 COMSOL 來模擬。利用此軟體來模擬實驗照射的雷射強度下產生的電磁場及溫度，計算時設定條件列在下表格內。為了簡化計算及縮短計算時間，模擬溫度上升的計算，我們將光設定為平行廣域的照射，並非實際實驗時的高斯光束，還有將水層視為不會流動的，換言之，就是不考慮熱對流的效應。Periodic 是將結構設定為無限延伸的排列，各間距為實驗實際使用的 1.5 微米。

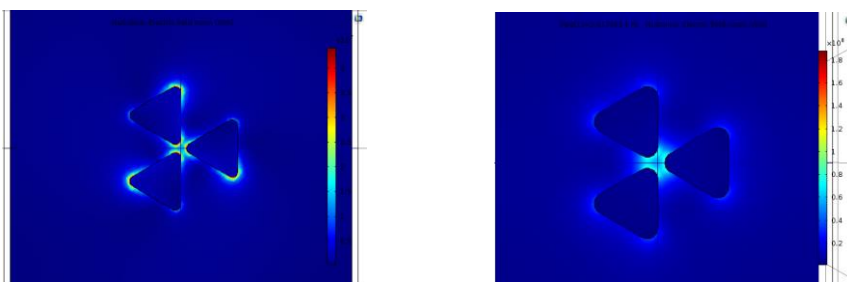
Laser power (mW)	6	9	9 (periodic)	18
Electromagnetic field	CP	LP/CP	CP	LP/CP
Temperature	CP	LP/CP	X	LP/CP



圖上的箭頭位置為計算時設定的偏振方向，左圖為水平偏振，中間圖為垂直偏振，右圖為圓形偏振。當在 9 mW 雷射強度之下，水平、垂直及圓偏振所產生的各種共振電磁場，從圖上可以看到在不同偏振，所產生的近場熱點位置的不同。

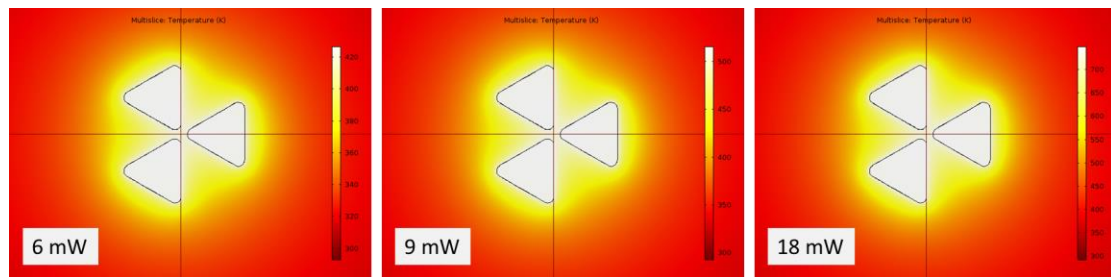


在 18 mW 的雷射強度下，比較與 9 mW 的強度，可以得到更增強的近場熱點位置。這可以用來解釋先前得到的結果的增加。



左圖為 6 mW 的雷射強度下，實際實驗時是無法產生標的結晶的，故希望藉由模擬計算共振電磁場，猜測無法結晶的原因。從此圖來看，可能是因為產生的共振電磁場不夠強去產生結晶化。右圖為設定結構是以 1.5 um 距離排列無限延伸出去的狀態所計算的共振電磁場，比較上列各圖，可以看出來近場熱點僅發生在三個三角形中的 gap 處，這可以說實驗的結晶化只由這個熱點處產生。

在結晶化中，溫度也是一個重要的影響因素，而當金屬奈米結構產生表面電漿共振電磁場時，也會產生大量的熱，使之溫度大幅的升高，所以模擬溫度上升是相當重要的資訊。



溫度的計算設定為圓偏振的 6、9 及 18 mW 雷射強度，可以看到溫度十分的高，連使用 6 mW 達到 400K 以上的溫度，但是這並沒有包含溶液層熱對流的效應，所以實際實驗當然沒有達到這樣的溫度，此模擬只能做為參考用。比較各圖，可以明顯地看到溫度隨著入射雷射強度上升。溫度並不會隨著偏振的改變而改變溫度。