

# 台灣大學應用力學研究所

陳瑞琳 教授



# 奈米光學與超材料研究室

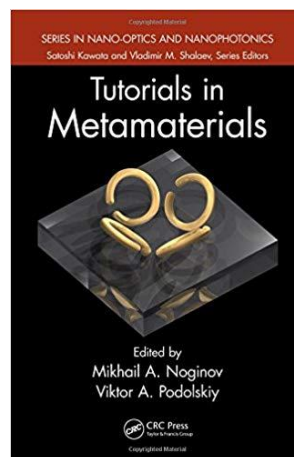
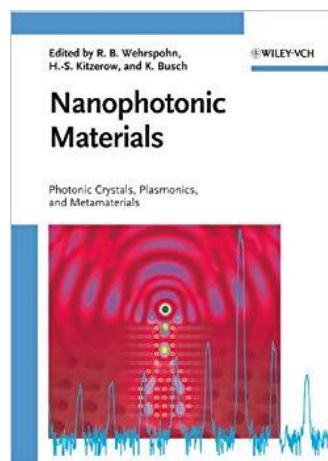
## Nanophotonics & Metamaterials Lab

**奈米光學**：研究光(電磁波)在奈米尺度下與物體的交互作用

**超材料**：特殊的人工結構，具有天然材料沒有的特殊性質

**機器學習**：根據已有資料找出規則，達到人工智慧的方法

**最佳化演算法**：在符合要求的解集中找到一個最好的解



# 陳瑞琳 教授

研究領域：奈米光學，電磁超材料，天線設計，機器學習

研究方法：解析推導(Mathematica): 10%

程式設計(Matlab或Python): 20%

電腦模擬(Comsol): 70%

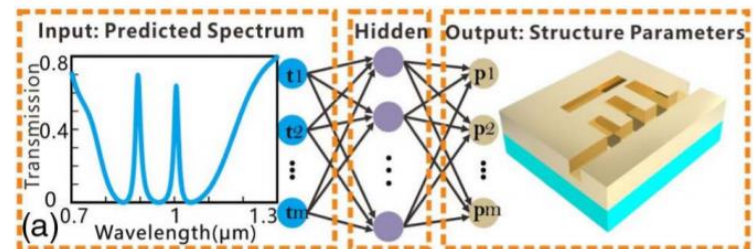
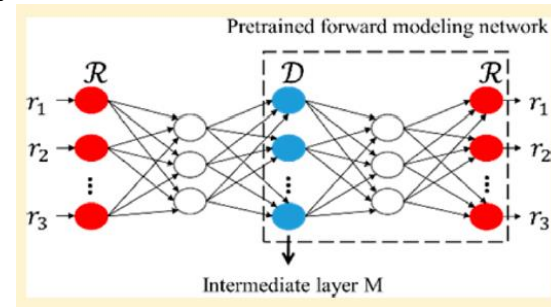
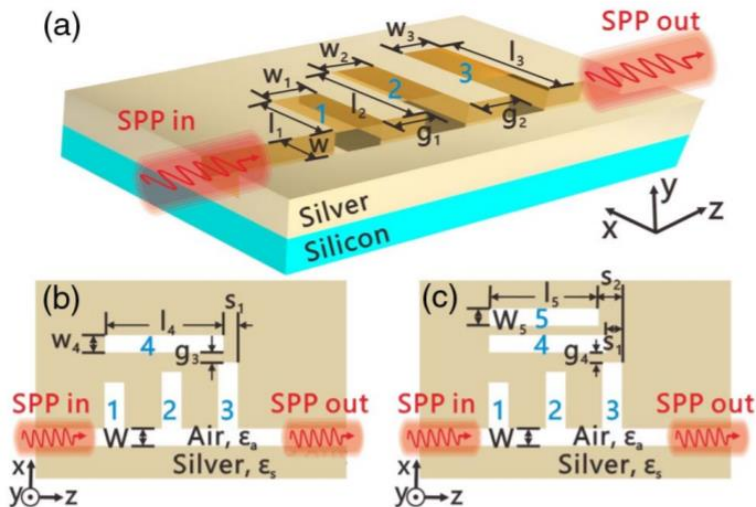
電子郵件：chernrl@ntu.edu.tw

個人網頁：<http://homepage.ntu.edu.tw/~chernrl>

奈米光學+機器學習

研究題目一：機器學習方法建構混和式電漿子波導分析與設計(75%工程25%物理)

電漿子波導(Plasmonic waveguide)是一種用於傳導高頻電磁波的結構，也是光波通訊與光子通道的核心元件，主要由金屬與介電材料構成。我們的研究是設計混合式的光波導元件，結合金屬與介電波導個別的優點，具有低耗損與集中模態的特性，可以在次波長的尺度下長距離的傳播。使用類神經網路的機器學習(Machine learning)方法來設計混合式電漿子波導結構，達到多頻或寬頻的性能，則是近年來最新的發展趨勢。



# 陳瑞琳 教授

研究領域：奈米光學，電磁超材料，天線設計，機器學習

研究方法：解析推導(Mathematica): 10%

程式設計(Matlab或Python): 20%

電腦模擬(Comsol或Rsoft): 70%

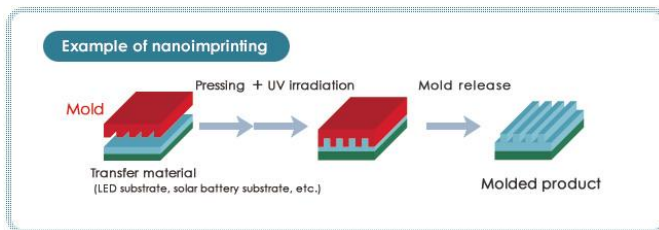
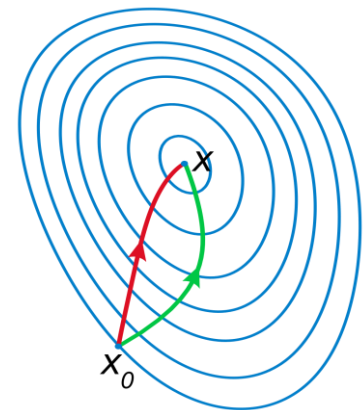
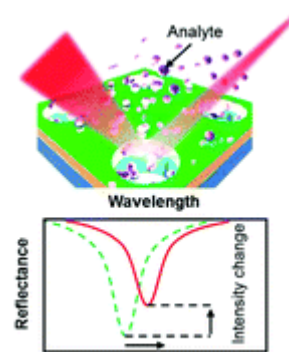
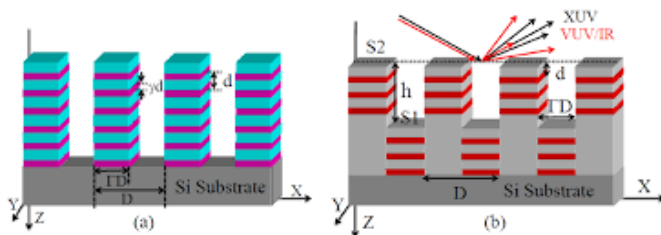
電子郵件：chernrl@ntu.edu.tw

個人網頁：<http://homepage.ntu.edu.tw/~chernrl>

奈米光學+最佳化演算

研究題目二：多層格柵奈米電漿子感測器之最佳化分析與設計(75%工程25%物理)

表面電漿子共振感測技術對偵測表面環境變化具有高靈敏度且不需外加任何標記等優勢，已廣泛應用於生物分子交互作用分析上。結合奈米壓印(Nanoimprinting)與真空蒸鍍(Deposition)技術應用於多層格柵結構，可以使用簡單製程製作高靈敏度之感測器。我們的研究是使用最佳化演算法設計多層格柵電漿子結構，並使用奈米壓印技術製作(註)。此種感測器在紫外線頻段生物分子細胞對光波具有高吸收的特性，具有極佳的靈敏度。



註：電漿子感測器之製作與量測在中研院應用科學研究中心進行

# 陳瑞琳 教授

研究領域：奈米光學，電磁超材料，天線設計，機器學習

研究方法：解析推導(Mathematica): 10%

程式設計(Matlab或Python): 20%

電腦模擬(Comsol或Ansys): 70%

電子郵件：chernrl@ntu.edu.tw

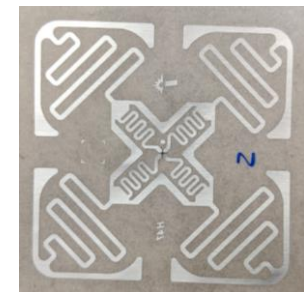
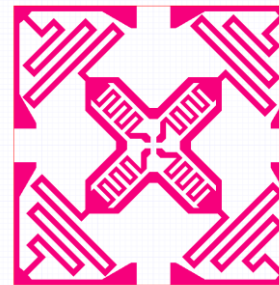
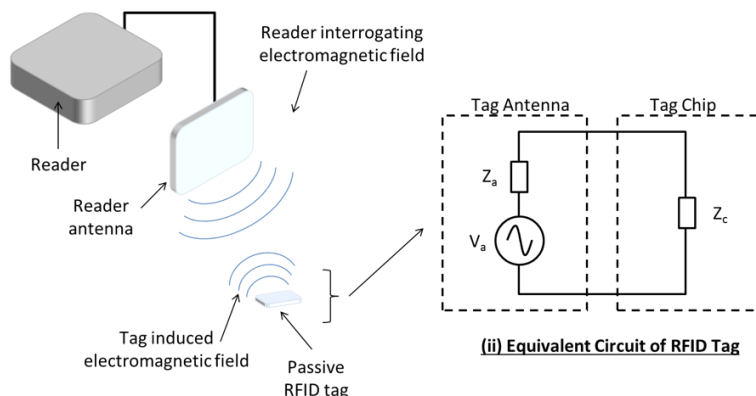
個人網頁：<http://homepage.ntu.edu.tw/~chernrl>

微波天線+傳輸線理論

研究題目三：無線射頻識別系統電子標籤天線之分析與設計(75%工程25%物理)

無線射頻識別(Radio Frequency Identification, RFID)是一種無線通訊技術，可以通過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據，而無需識別系統與特定目標之間建立機械或者光學接觸。電子標籤天線則是無線射頻識別系統的關鍵元件。我們的研究是設計與製作(註)微型化可撓曲的電子標籤天線，可以貼附在曲面(如瓶罐)或軟質(如衣服)的物品上。無線射頻識別的應用非常廣泛，如資產管理，追蹤，信賴驗證，配對，流程控制，存取控制，自動付款，供應鏈管理等。

(i) Illustration of RFID System



註: RFID電子標籤天線之製作(含與IC之連接)在台大化工系進行

# 陳瑞琳 教授

研究領域：奈米光學，電磁超材料，天線設計，機器學習

研究方法：解析推導(Mathematica): 10%

程式設計(Matlab或Python): 20%

電腦模擬(Comsol或Ansys): 70%

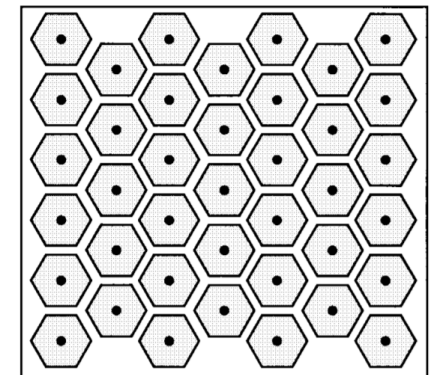
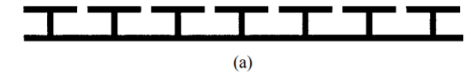
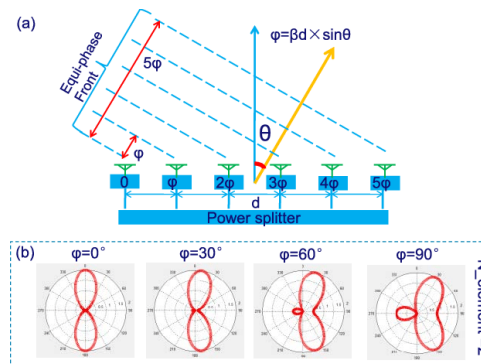
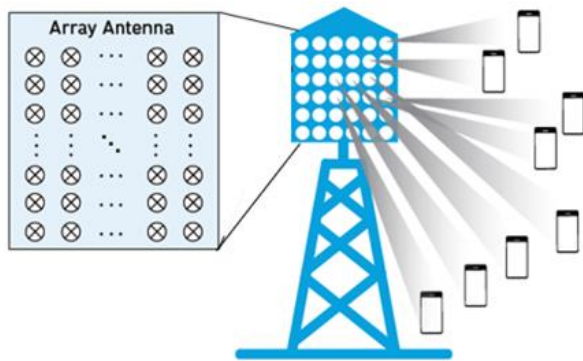
電子郵件：chernrl@ntu.edu.tw

個人網頁：<http://homepage.ntu.edu.tw/~chernrl>

## 高頻陣列天線+超材料

研究題目四：毫米波無線通訊系統陣列天線之分析與設計(75%工程25%物理)

天線是無線通訊系統發射與接收電磁波的設備，也是無線感測器不可或缺的重要元件。隨著5G與物聯網產業的快速發展，高頻無線通訊在毫米波頻段的開發與應用日益重要。陣列天線是一組多個連接的天線，具有高增益與可控制輻射方向的優點。我們的研究是利用超材料的原理與機制，以人工磁導體(artificial magnetic conductor)設計毫米波陣列天線，具有寬頻、高增益與大掃描角的特性。使用微機電製程製造平面式陣列天線，並整合在印刷電路板上，具有低成本與製作容易的優勢。



(b)

# 陳瑞琳 教授

研究領域：奈米光學，電磁超材料，天線設計，機器學習

研究方法：解析推導(Mathematica): 50%

程式設計(Matlab): 25%

電腦模擬(Comsol): 25%

電子郵件：chernrl@ntu.edu.tw

個人網頁：<http://homepage.ntu.edu.tw/~chernrl>

**拓撲光學+超材料**

研究題目五：拓撲光學之研究探討與拓撲超材料之設計分析 (50%工程50%物理)

拓撲絕緣體(Topological Insulator)是一種內部絕緣，表面導電的特殊材料，此物理性質被拓撲不變量所保護。拓撲光學是來自拓撲絕緣體的啟發所發展出的新領域，主要的研究議題是單一方向傳播的波導，可以繞過不規則的邊緣而沒有散射，這些性質在光開關、光通訊以及量子計算等領域有著巨大的應用前景。我們的研究是在超材料(Metamaterial)中找尋具有拓撲性質的材料組成係數，進而設計出適合的人工微結構來實現拓撲超材料。相關研究也是2016年諾貝爾物理獎的獲獎議題。

## Topological photonic crystals

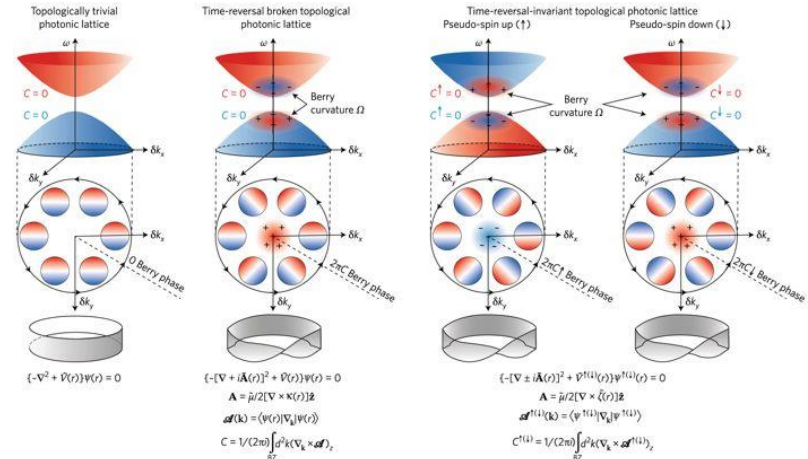
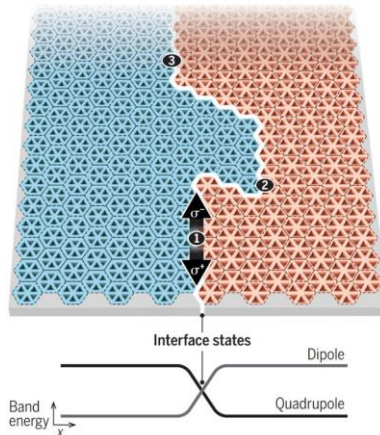
At the boundary between the two types of hexagonal clusters (blue and red), the energies of photonic bands with dipole and quadrupole symmetries invert, which defines a topological interface channel (white). Photons of opposite circular polarizations ( $\sigma^-$  and  $\sigma^+$ ) propagate in the channel in opposite directions. The circuit shown connects three quantum dots (black).



Shrunken cluster resulting in a direct-band photonic crystal.



Expanded cluster giving rise to a band-inverted photonic crystal.



# 陳瑞琳 教授

研究領域：奈米光學，電磁超材料，天線設計，機器學習

研究方法：解析推導(Mathematica): 10%

程式設計(Matlab & Python): 20%

電腦模擬(Comsol & Rsoft): 70%

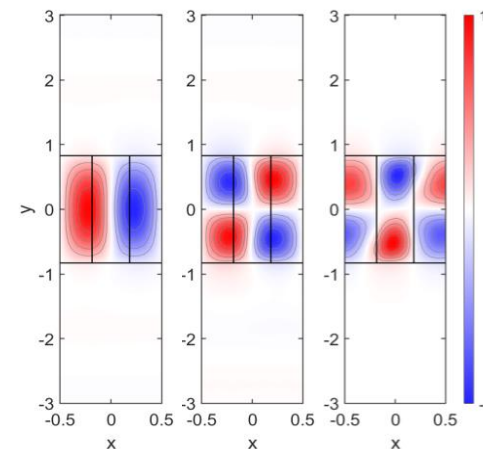
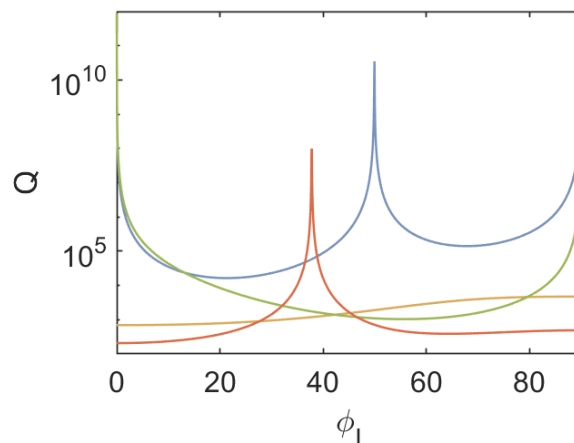
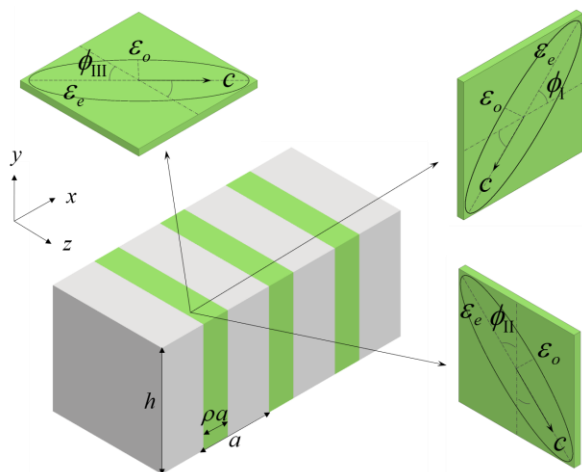
電子郵件：chernrl@ntu.edu.tw

個人網頁：<http://homepage.ntu.edu.tw/~chernrl>

奈米光學+超材料

## 研究題目六：非等向光子晶體平板之連續譜中束縛態 (50%工程50%物理)

連續光譜束縛態(Bound states in the continuum, BIC)具有將能量束縛於結構中且不與輻射波耦合的特性，對多種結構，如光子晶體、光柵或超表面(Meta surface)，進行TE或TM入射並調整結構參數、材料參數(非等向、非線性材料)或者入射角度，皆有機會使BIC出現。我們的研究是利用調整非等向性材料內部光軸角度的方式來實現正向入射條件下不同機制(對稱保護以及干涉形式)BIC的形成。BIC因為具有集中能量而不耗散的特性，因此可以用於光學感測器、波導、濾波器、光子積體電路，雷射等領域。





# 陳瑞琳 教授

研究領域：奈米光學，電磁超材料，天線設計，機器學習

研究方法：解析推導(Mathematica): 10%

程式設計(Matlab & Python): 20%

電腦模擬(Comsol & FDTD): 70%

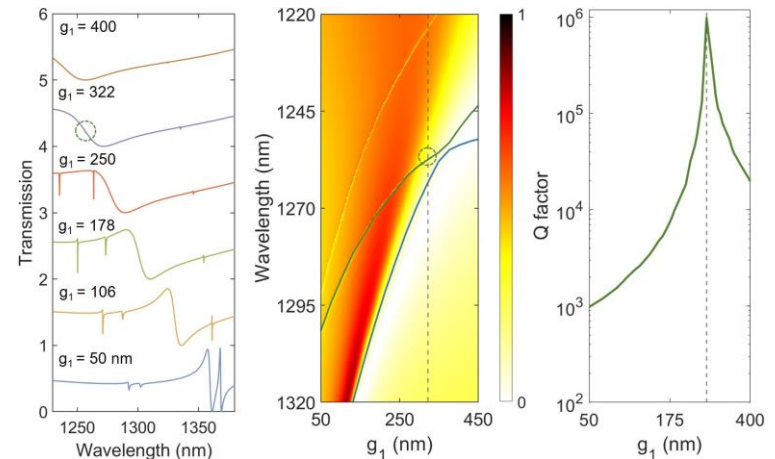
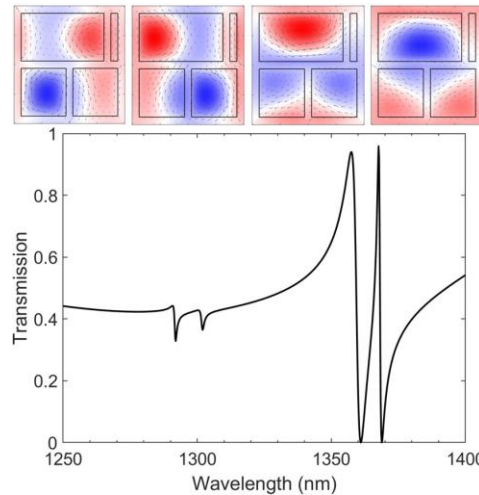
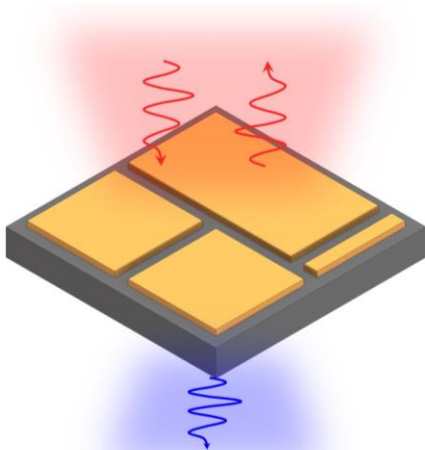
電子郵件：chernrl@ntu.edu.tw

個人網頁：<http://homepage.ntu.edu.tw/~chernrl>

奈米光學+超材料

## 研究題目七：非對稱超平面之連續譜中束縛態 (50%工程50%物理)

連續光譜束縛態(Bound states in the continuum, BIC)因其限制光、產生尖銳共振以及作為具有拓撲特性的雷射作用等途徑而被廣泛研究。BIC是光的獨特狀態，可促進次長光學結構中的尖銳共振反應，與極高的共振品質因子(Q-factor)相關，位於連續光譜內並與擴展波共存，但仍保持完全的封閉狀態，沒有任何能量洩漏。我們的研究是在超材料(Metamaterial)中找尋具有不同機制的BIC，進而設計出應用在雷射、非線性光學和高性能傳感設備中。



# 奈米光學與超材料研究室

## Nanophotonics & Metamaterials Lab

**物理**：光與電磁波的物理機制

**數學**：基本的解析與推導能力

**分析**：將複雜問題逐步拆解的過程

**模擬**：使用套裝軟體進行問題求解

**程式**：編寫或呼叫函式庫

