



量子奈米光學 專題研究

Jhih-Sheng Wu

Department of Photonics

National Yang Ming Chiao Tung University

✉ jwu@nycu.edu.tw

🏠 [jhihsheng.github.io](https://github.com/jhihsheng)



Outlines

- 研究室介紹
 - Why do we do
 - What do we do
 - How do we do
- 專題
 - 奈米光學
 - 量子光學
 - 反向運算
- Q&A

你喜歡喝咖啡嗎？

如果我不在咖啡館，

Wenn der Altenberg nicht im Kaffeehaus ist,



你喜歡喝咖啡嗎？

如果我不在咖啡館，就是在往咖啡館的路上

Wenn der Altenberg nicht im Kaffeehaus ist, ist er am Weg dorthin



你喜歡喝咖啡嗎？

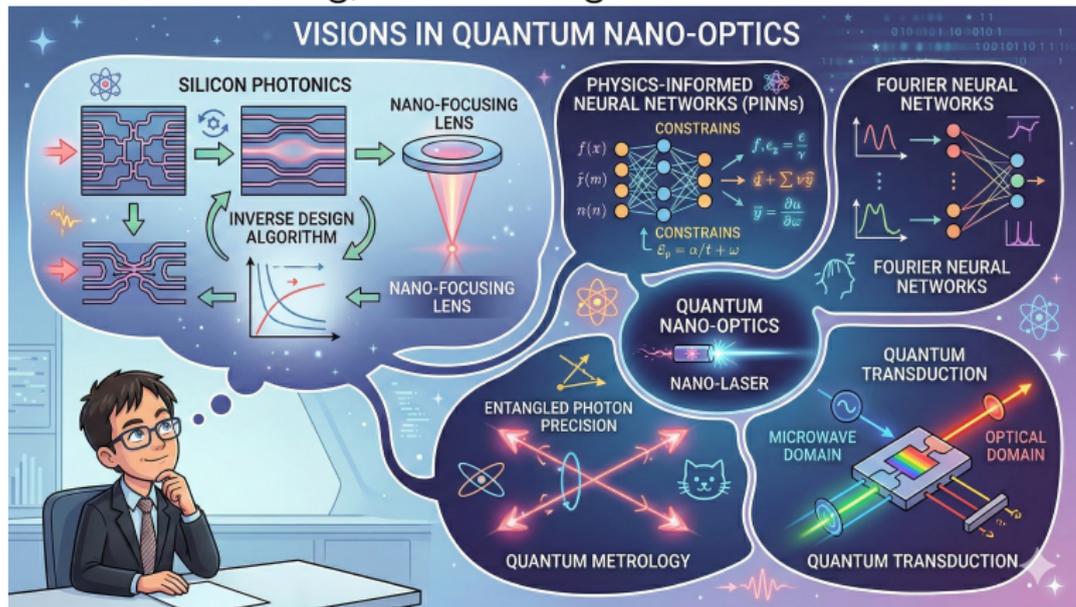
如果我不在咖啡館，就是在往咖啡館的路上

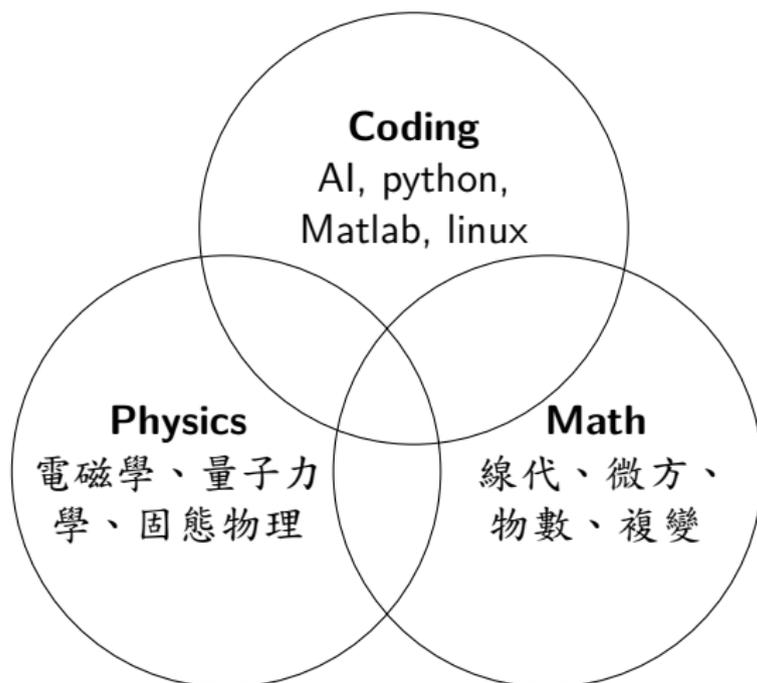
Wenn der Altenberg nicht im Kaffeehaus ist, ist er am Weg dorthin



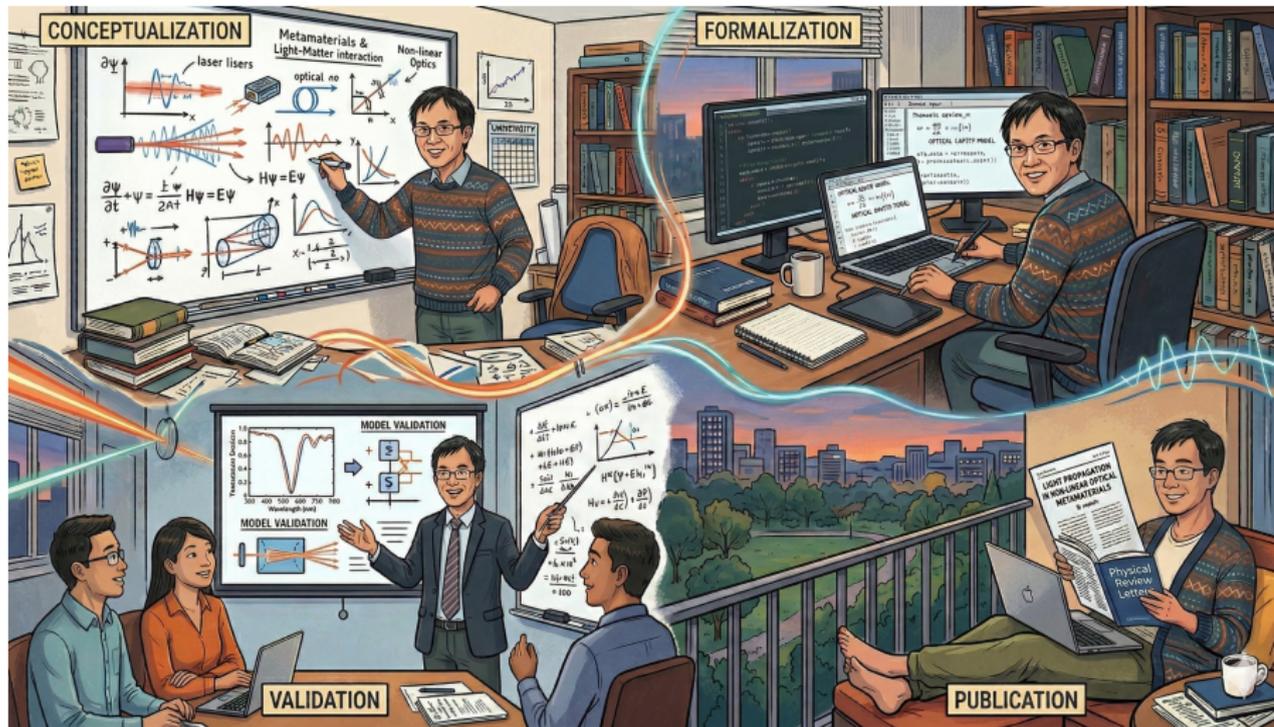
身為一個做理論的人，
整個城市都是你的辦公室！
自由、愛思考、彈性工作時
間地點、
7days-24hours 社畜

如果我不在思考理論或推導數學 探索有趣的研究方向
If I am not thinking, I am thinking the future.

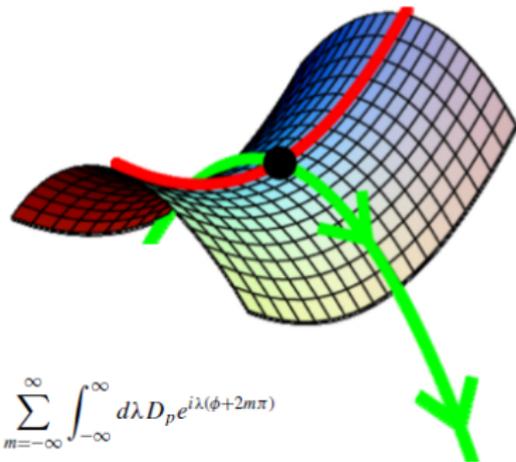
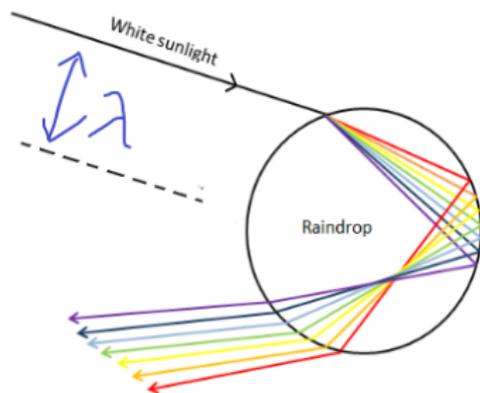




理論與計算的工作模式



彩虹就是雙重馬鞍點 (Airy function)!



$$\sum_j D_p e^{i(j-1/2)\phi} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} d\lambda D_p e^{i\lambda(\phi+2m\pi)}$$

- **研究與教學 (教授、科學家、研究員)**
 - 與時俱進的知識與眼界
 - 念書與工作可以四處旅遊、認識夥伴
 - 工作內容有趣不重複
- 研發工程師 (RD) 光學產業
- 研發工程師 (RD) 半導體產業
- 演算法相關 (軟體、IC 設計)



喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好
- 有興趣學量子物理

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好
- 有興趣學量子物理
- 很強的 coding skills

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- **想念博士班**
- 量子物理 (近代物理) 成績好
- 有興趣學量子物理
- 很強的 coding skills
- 對寫程式有興趣

喜好條件 (非必要)

- 電磁學修課成績好
- 自認電磁學很好
- 想念博士班
- 量子物理 (近代物理) 成績好
- 有興趣學量子物理
- 很強的 coding skills
- 對寫程式有興趣
- 沒有基礎、成績普普、但想學、肯自學、耐操、有擋頭

老師提供釣竿，你要學會釣魚

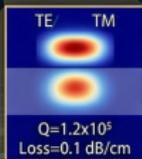
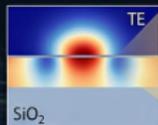
- 提供關鍵字與架構表、自學程式、學科
- 提供題目與相關文獻
- 定期報告進度、與老師討論
- 主動找文獻、找學長(姊)討論、找老師討論
- **要非常自主，我不強求進度多少，但你做得多可以學得更
多，可藉由參與活動豐富你的履歷**
 - 大四上完成專題報告(必要)
 - 國科會大專生研究計畫
 - 台灣國際光電年會報告(OPTIC)
 - 台灣物理年會報告
 - **發表正式論文(5年學碩)**
 - **出國參加研討會報告**

1. 奈米光學
2. 量子光學
3. 反向設計

奈米光學平台：操控奈米尺度的光 NANOPHOTONIC PLATFORMS: MANIPULATING LIGHT AT THE NANOSCALE

介電質波導 (Dielectric Waveguides)

SiC, MMI logic
with modes



高效率遠場傳輸與模式復用
(High-Efficiency Far-Field Routing
& Mode Multiplexing)

電漿子元件 (Plasmonic Components)

Bowtie Nanoantenna

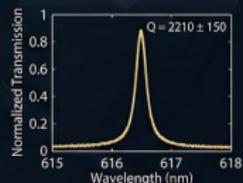
Bowtie
Nanoantenna



極致侷限與超靈敏感測
(Extreme Confinement &
Ultra-Sensitive Sensing)

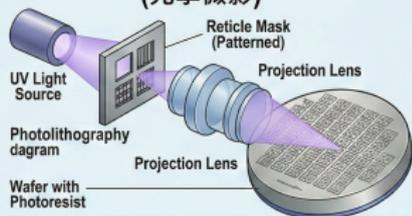
光子晶體與微腔 (Photonic Crystals & Cavities)

L3 cavity

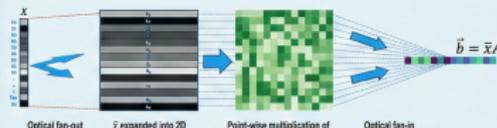


強光學共振與光學濾波
(Strong Resonant Light-Matter
Interaction & Filtering)

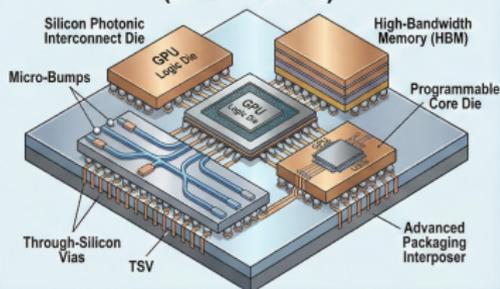
1. Photo Lithography (光學微影)



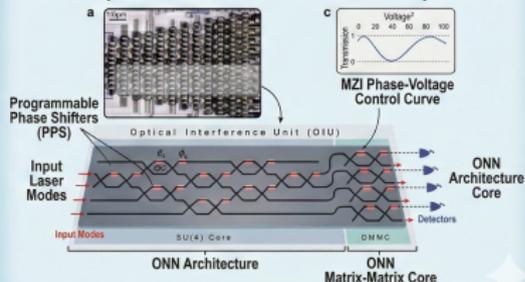
2. Optical Computing Unit (光學計算單位 OPU)



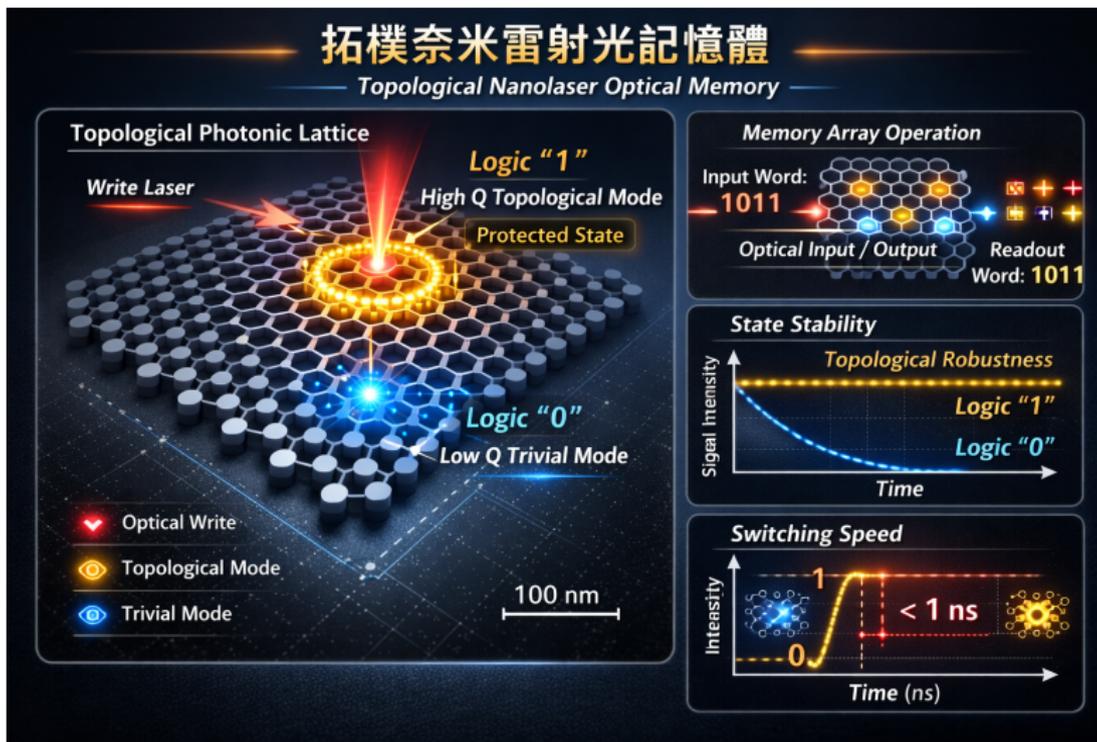
3. Heterogeneous Integration Platform (異質整合平台)



4. Programmable ONN Platform (可程式化光學神經網路平台)



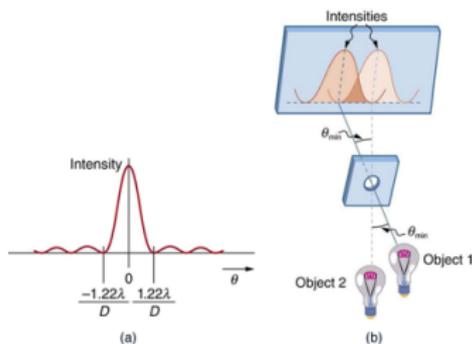
世界最小雷射 奈米尺度同調強光源 快速、小、主動式 → 光學電晶體



量子光源不存在繞射極限!!

In Optics, angular resolution limited by Rayleigh Criterion

$$\theta \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

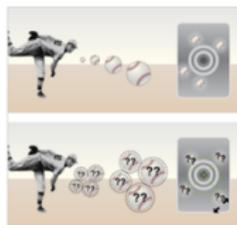


With quantum optics,

Quantum Imaging beyond the Diffraction Limit by Optical Centroid Measurements

Mankei Tsang

Phys. Rev. Lett. **102**, 253601 – Published 22 June 2009



quantum lithography
N00N states

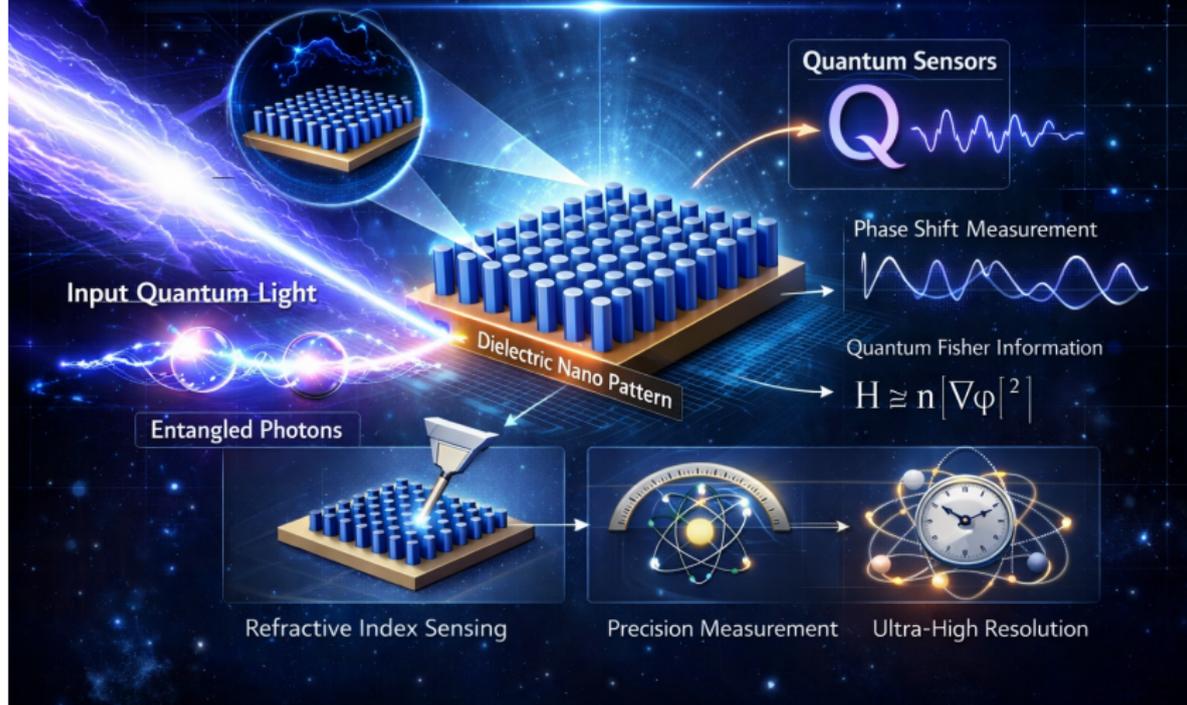
Illustration: Alan Stonebraker

Figure 1: (Top) Dizzy Dean throws curveballs made of ordinary unentangled single baseballs (photons) at a target, and his probability of hitting the bull's eye improves only as $1/\sqrt{N}$, where $N = 4$ is the number of balls thrown. (Bottom) Here Dean throws a single quantum ball composed of $N = 2$ photons in a spatially entangled N00N state, and with a little postprocessing carried out by a computer at the target, the chances of hitting the bull's eye now scales like $1/N$. [Show Less](#)

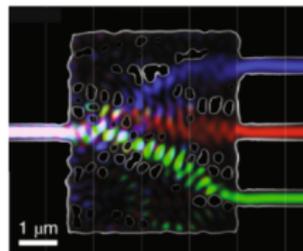
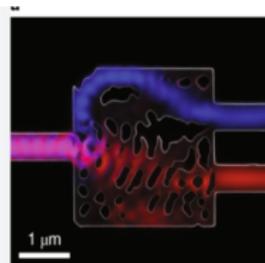
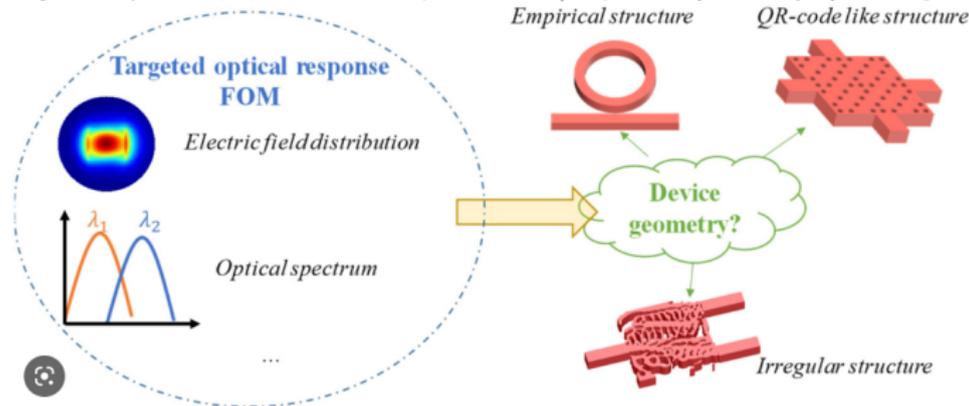
<https://physics.aps.org/articles/v2/52>

38

Nano Pattern Dielectric for Quantum Metrology



從功能與效用反向設計光學元件結構
適合對 AI 與量子演算法、計算、寫程式有興趣的學生



專題分類

1. 奈米光學 (電磁、計算)
2. 量子光學 (量子、電磁)
3. 反向設計 (計算、AI)

 <https://jihsheng.github.io>