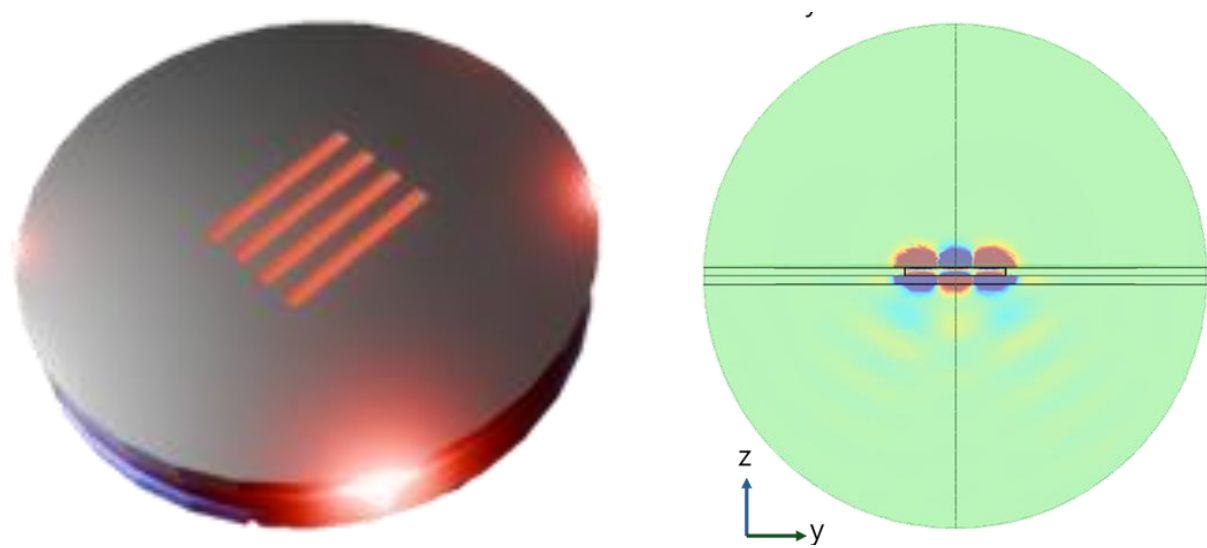


超材料與智慧運算在未來光電與能源元件中的應用

吳峻宇¹、吳凱傑¹、郭茂原¹和黃宗鈺^{1,*}¹明志科技大學材料工程系；*huang.tsungyu@mail.mcut.edu.tw

雙曲超介面奈米雷射



表達能力

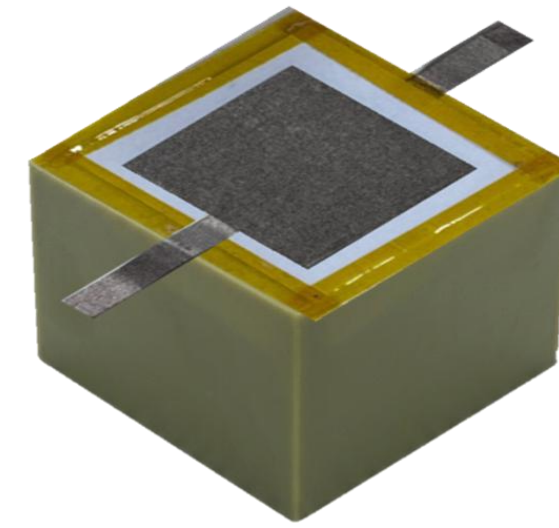
QAI model

QML model

可訓練性

泛化能力

迷宮型聲學超材料吸音器



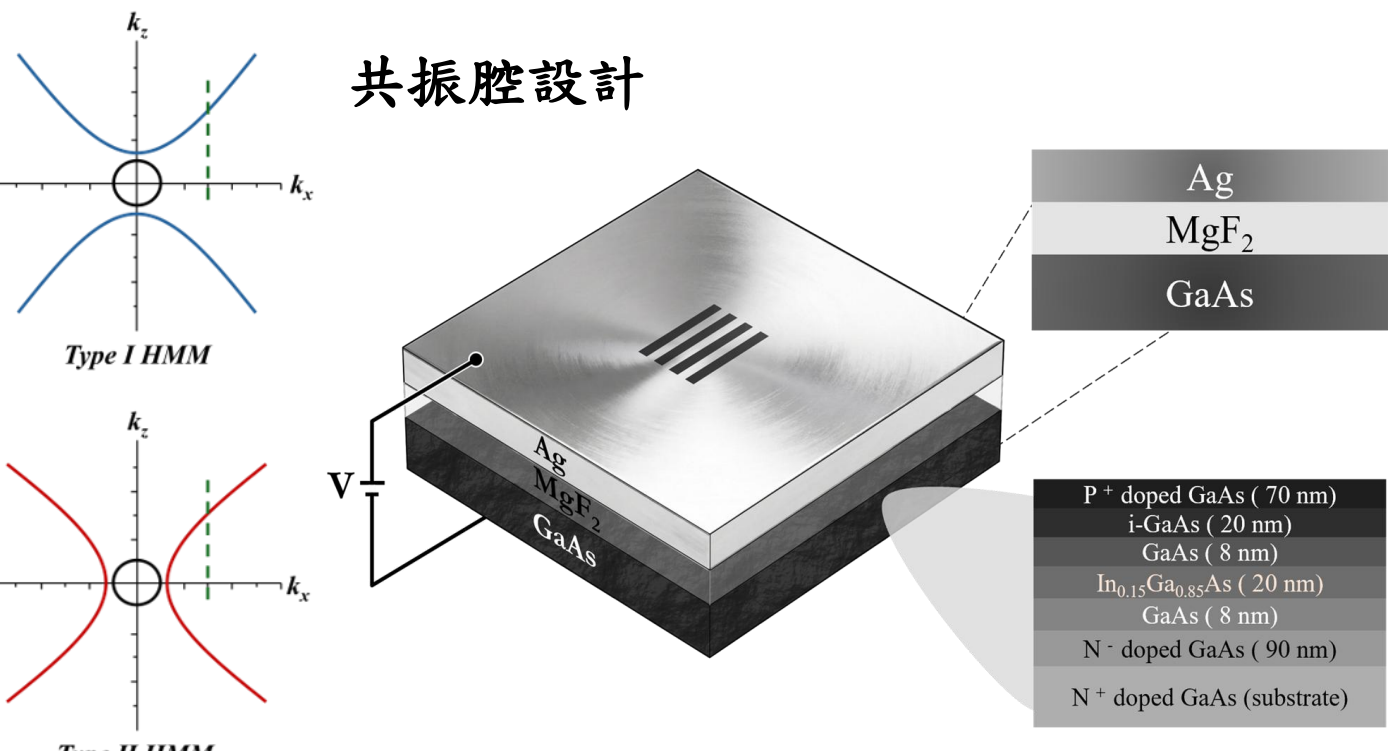
共振腔理念及設計

外部連續金屬無法支持相同的高波向量模態，因而產生動量不匹配，使光場被侷限於共振區域內。

$$\frac{k_{\parallel}^2}{\varepsilon_{\parallel}} + \frac{k_{\perp}^2}{\varepsilon_{\perp}} = \left(\frac{\omega}{c}\right)^2$$

■ Type I : $\varepsilon_{\parallel} > 0, \varepsilon_{\perp} < 0$
 ■ Type II : $\varepsilon_{\parallel} < 0, \varepsilon_{\perp} > 0$

共振腔設計

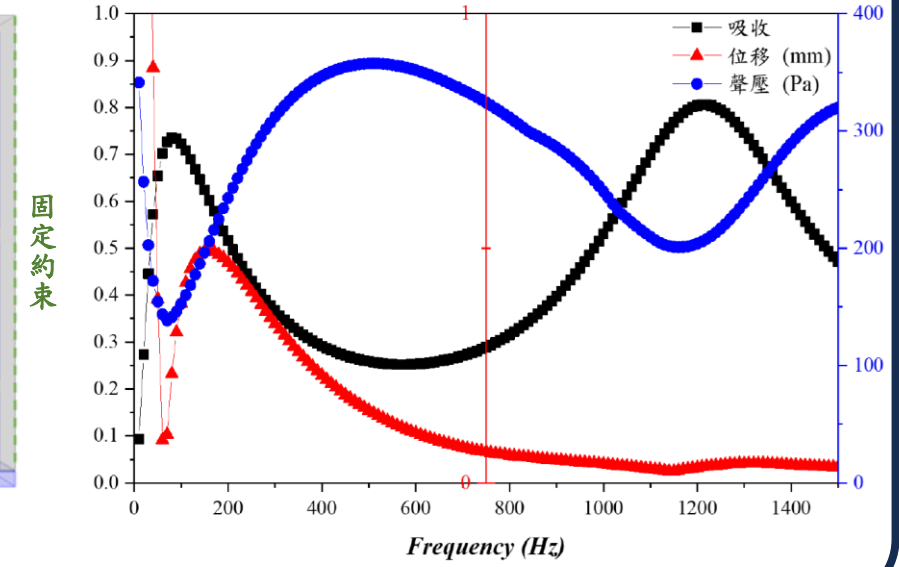


模型設計與模擬

COMSOL模擬、參數設定

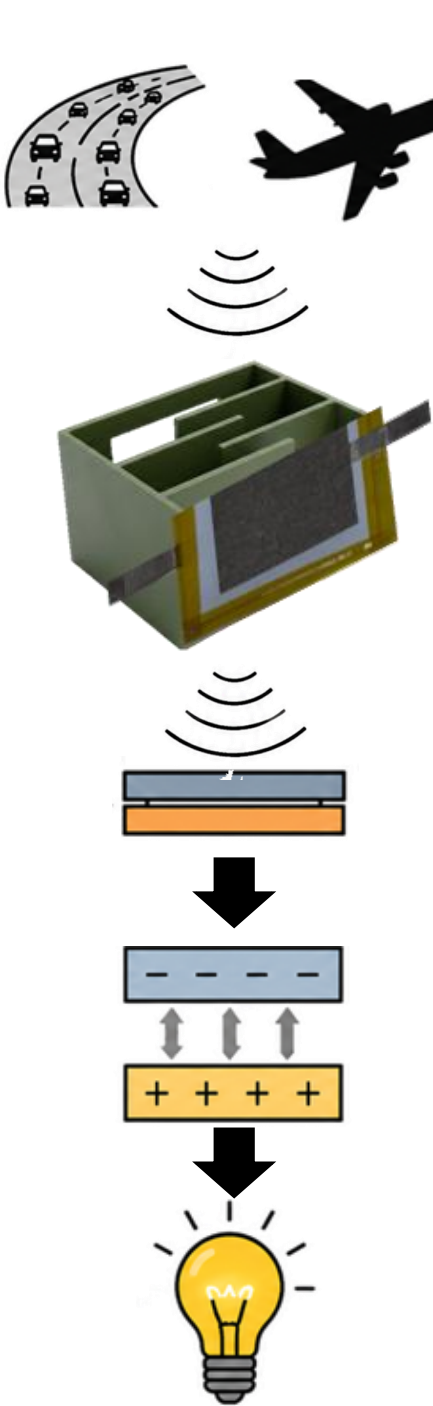


吸收、聲壓、位移圖

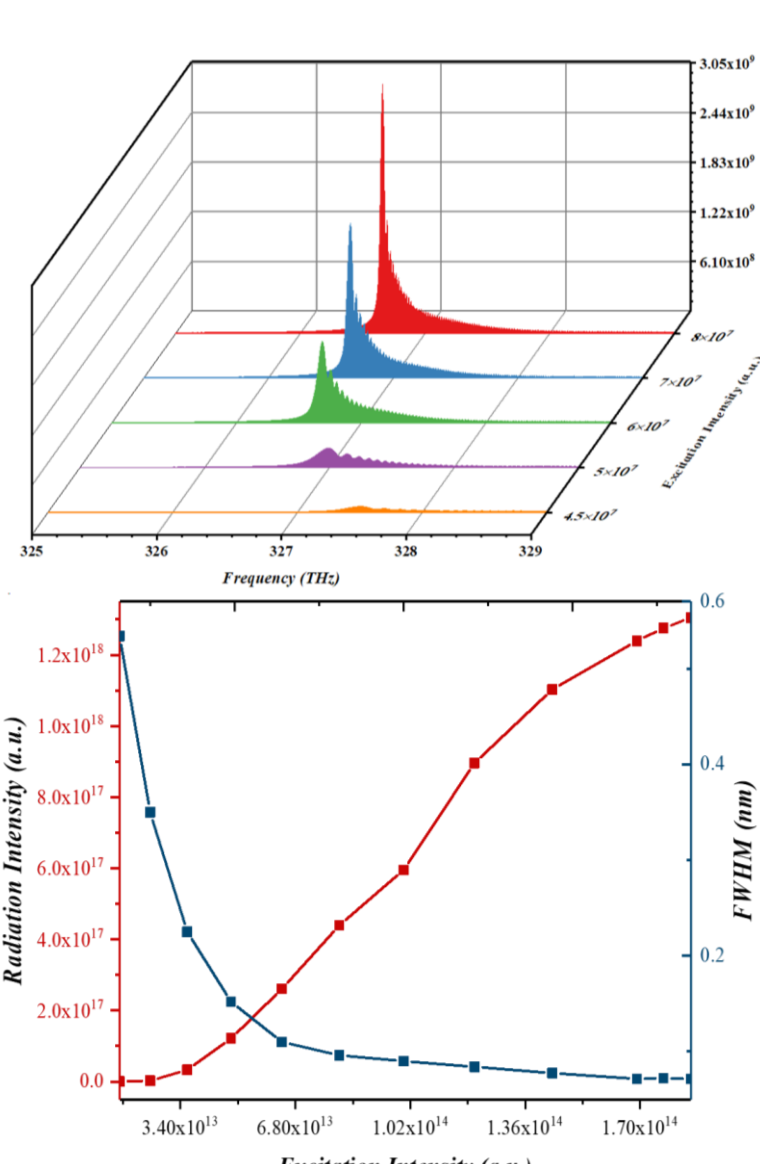
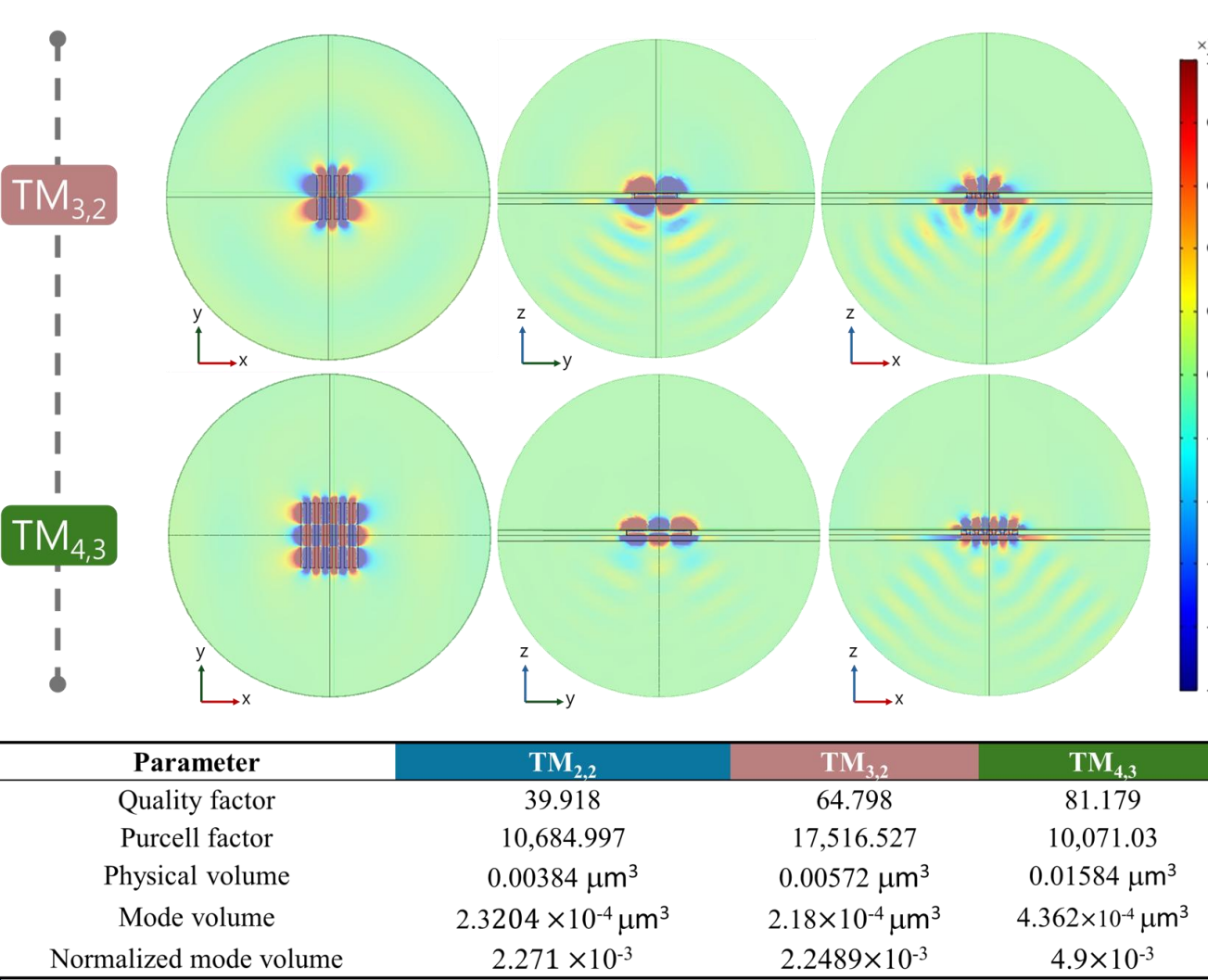


聲能轉換電能

聲能→機械能→電能

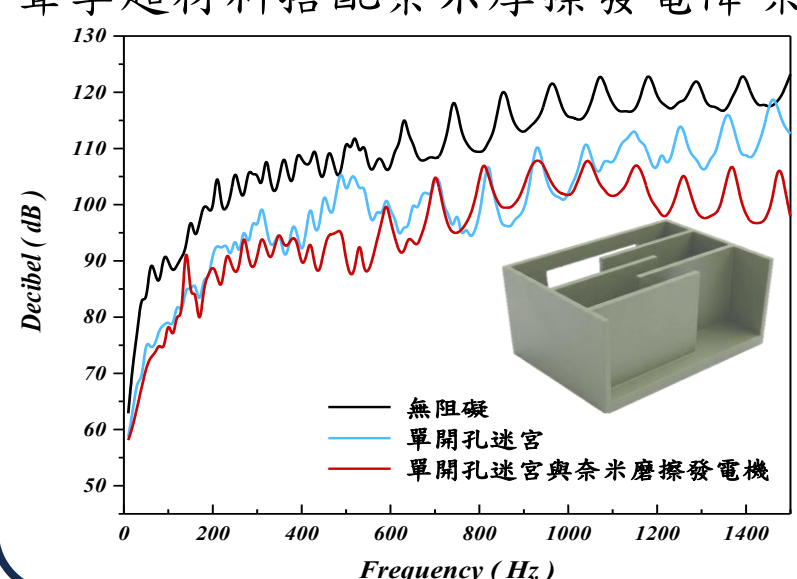


共振腔表現及雷射輻射表現

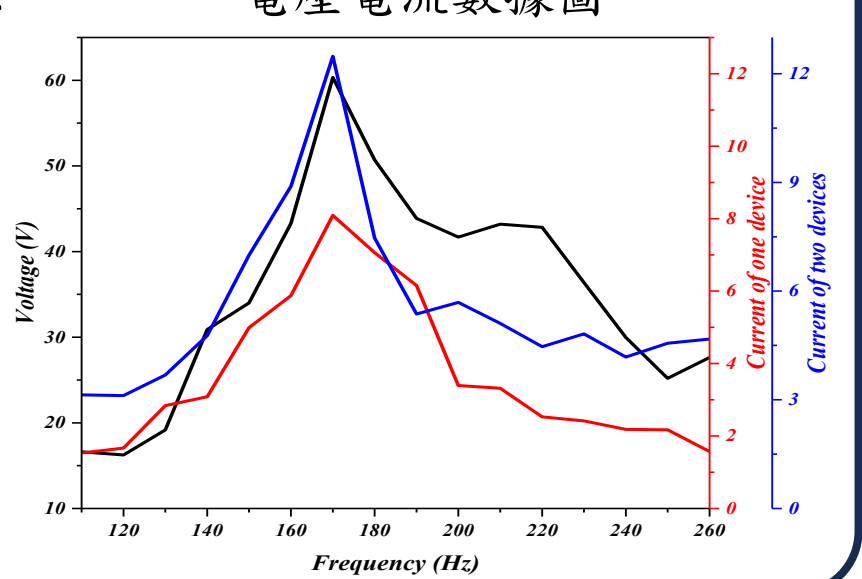


實驗測試

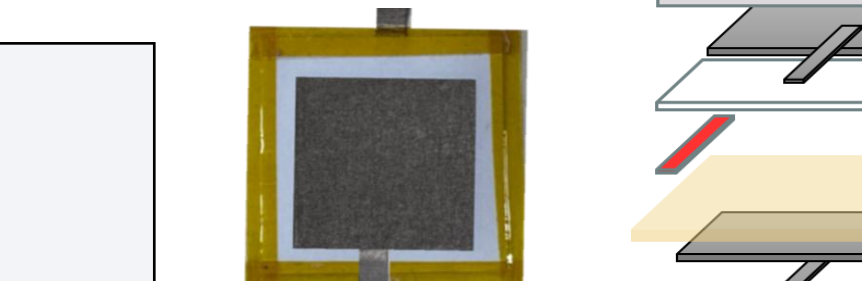
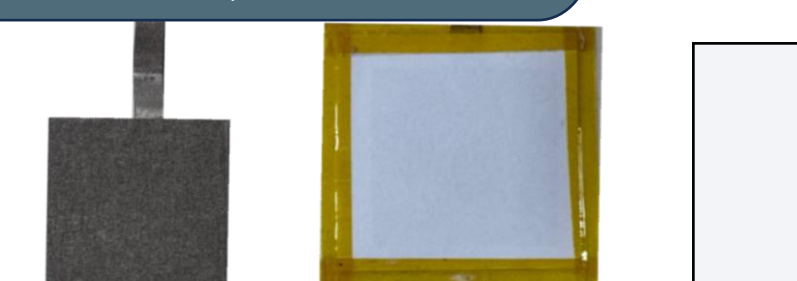
聲學超材料搭配奈米摩擦發電降噪



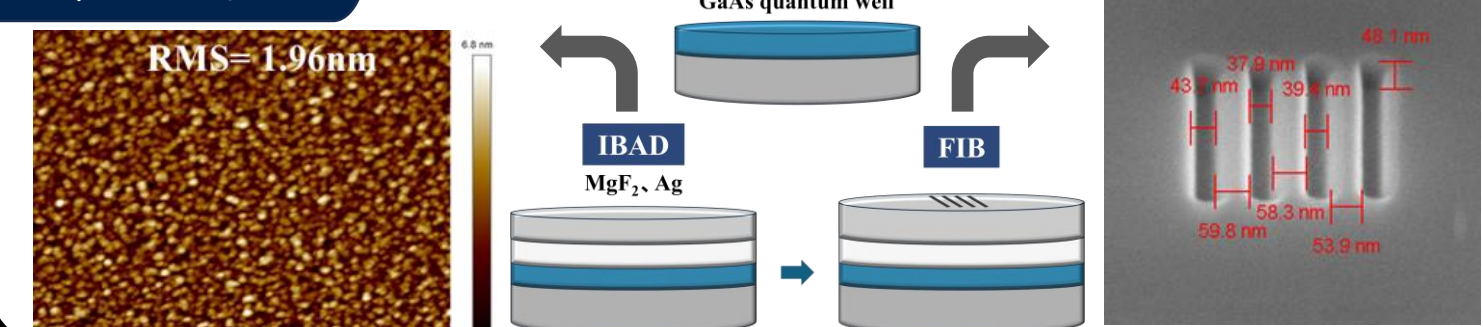
電壓電流數據圖



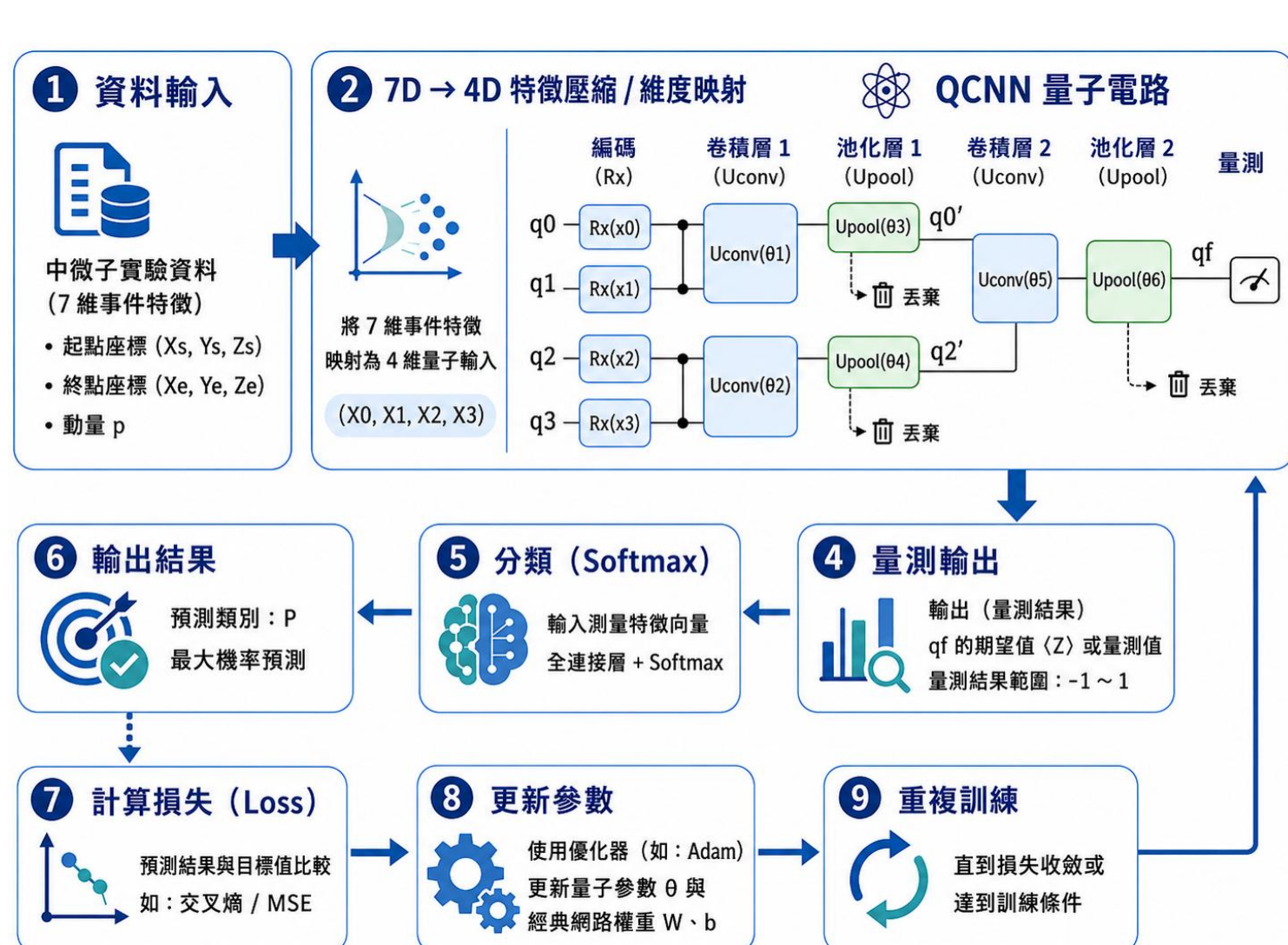
奈米摩擦發電機



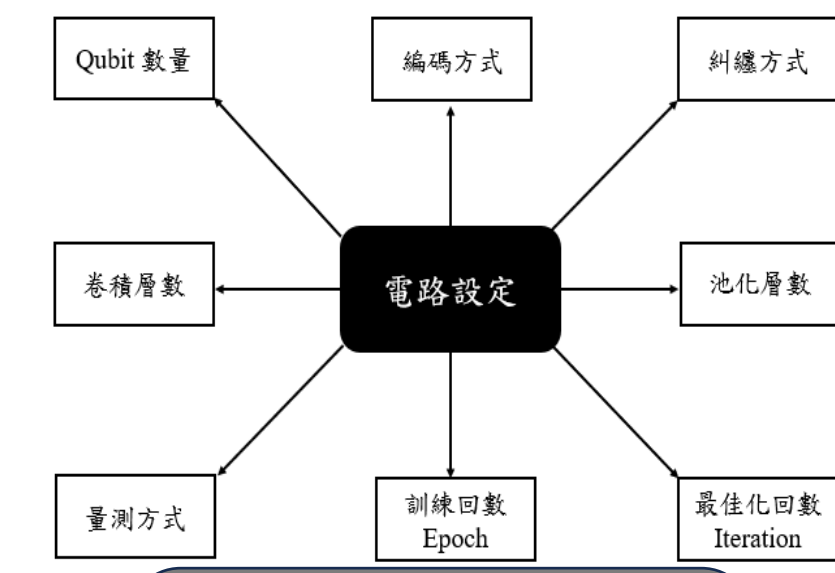
製程成果



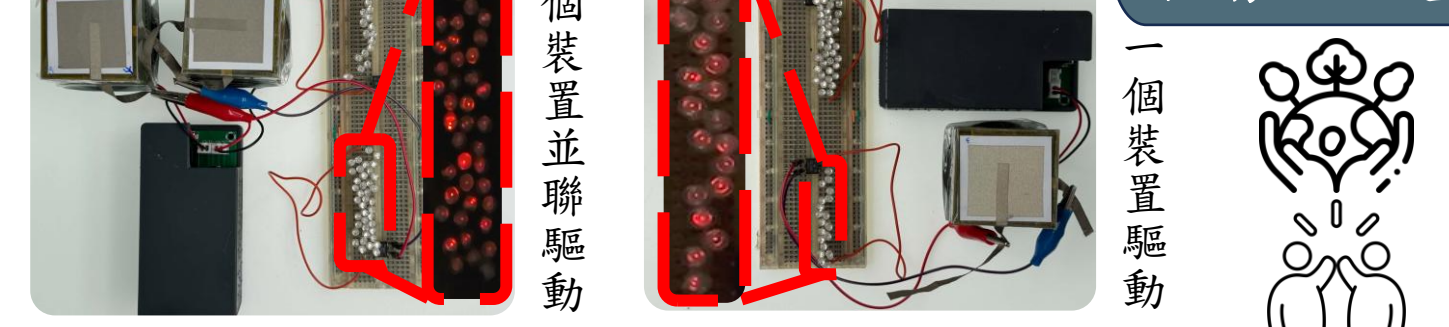
量子機器學習流程圖



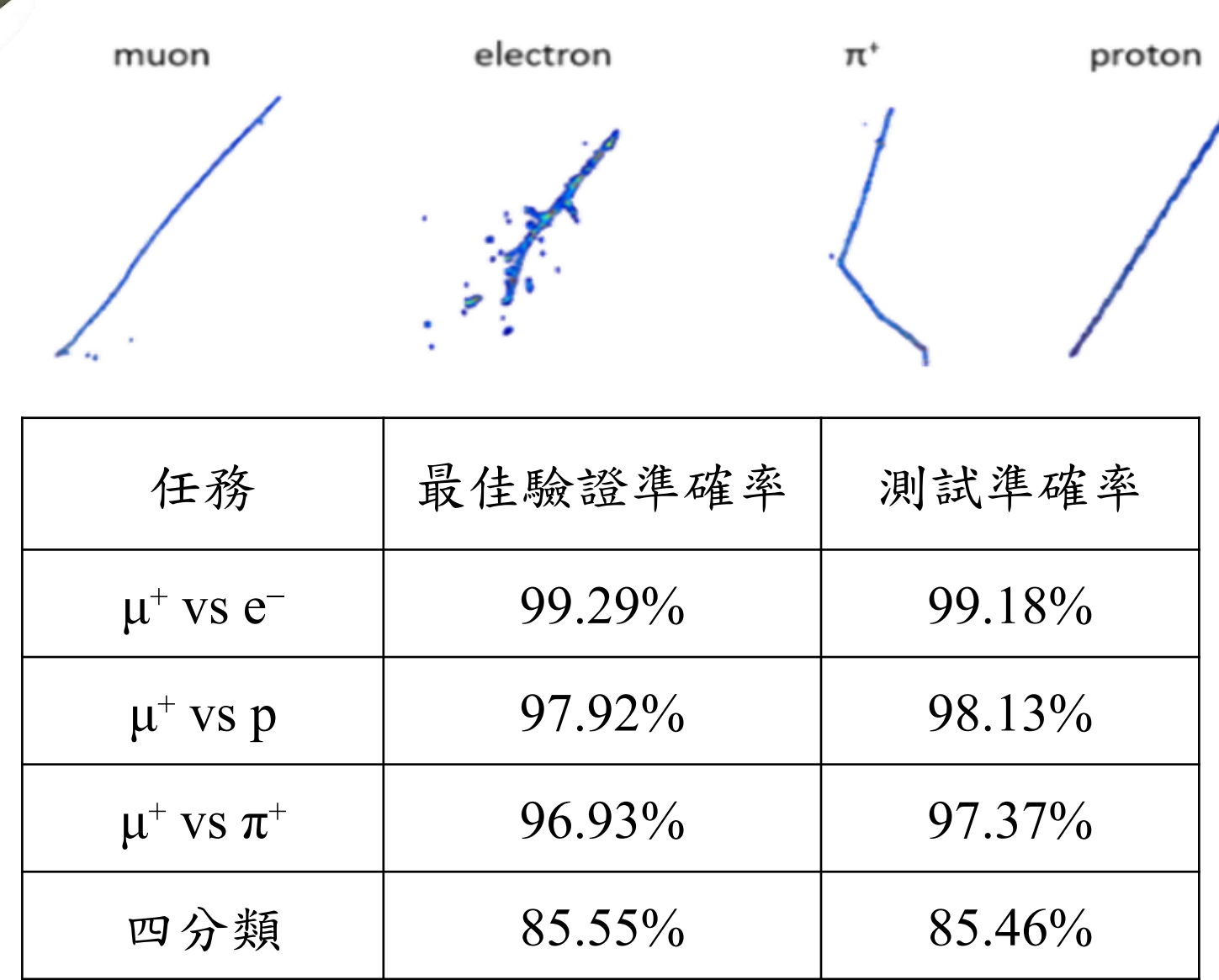
可調式模型參數



驅動 LED 燈



中微子實驗結果



- 本研究設計電激發雙曲超介面奈米雷射，藉由高波向量模態實現深次波長光侷限。模擬顯示，頻率約 327 THz，品質因子 ≈ 64.8 ，歸一化模態體積僅 $2.25 \times 10^{-3} (\lambda/2n)^3$ ，約縮小 445 倍，具備低閾值、小體積與晶片級光源潛力。
- 聲學超材料縮小 $\lambda/67$ 的厚度，可以使低頻噪音降低 19 dB、廢能回收發電達 0.488 mW 並聯後可達 0.752 mW，驅使最多 40 顆 LED 燈恆亮，未來能大面積應用在落地裝置供電、高速公路降噪、分貝過大警示等等。
- QCNN 二分類最高準確率達 99.19%、四分類準確率為 85.47%。建立模擬與實驗資料庫導入量子機器學習進行結構與參數最佳化設計。