

# 國立臺北大學

光通訊

Optical Communication

(期末報告)

組別：第六組

姓名：劉家瑋、林義守

學號：411086030、411086031

## 一、實驗原理

光纖通訊的核心在於光在光纖內部的高效傳輸，光訊號在進入光纖後會受到折射率差異的影響進行全內反射。本次實驗利用 TracePro 軟體模擬光纖在不同位移條件下插入損耗 ( Insertion Loss, IL ) 的變化，分析位移對光纖耦合效率的影響。

插入損耗 ( IL ) 的定義如下：

$$IL = -10\log_{10}(P_{out}/P_{in})$$

其中：

$P_{in}$ ：光纖輸入端的光功率 ( 入射功率 )，單位為瓦特(W)。

$P_{Out}$ ：光纖輸出端的光功率 ( 傳輸功率 )，單位為瓦特(W)。

插入損耗即用來描述光纖或光學元件引入的光功率損失，單位為分貝 ( dB )。

它是一個用對數刻度表示的值，反映了訊號從輸入到輸出的功率損耗，損耗越小，表示光纖或光學系統的傳輸效率越高。我們透過 Tracepro 模擬觀察不同位移量的光通量變化，能直觀了解偏移對系統性能的影響。

## 二、系統設計

### 1. 光纖規格

✓ 光纖長度：100mm

✓ 纖殼直徑：96um

✓ 纖殼折射率：1.46

✓ 纖核直徑：23um

✓ 纖核折射率：1.48

## 2. 光源設定

✓ 光源類型：格點光源

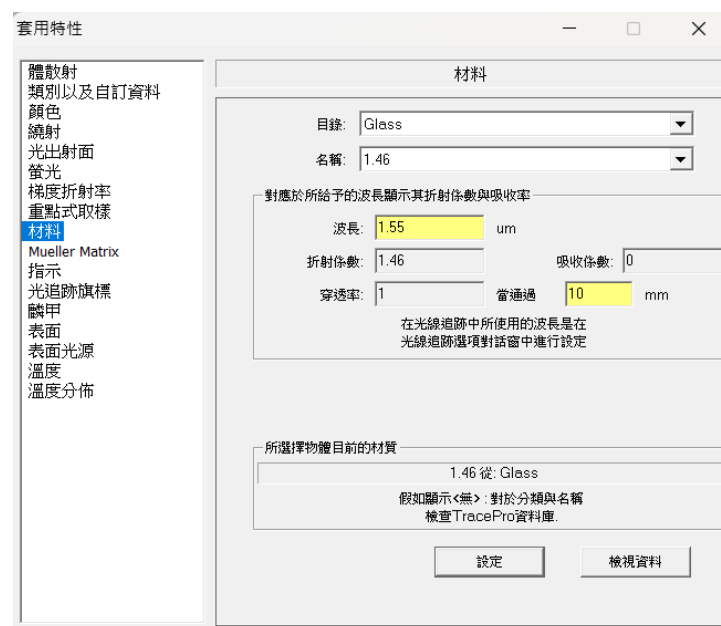
✓ 波長：1.55um

✓ 格點光源與測試光纖的距離：1mm

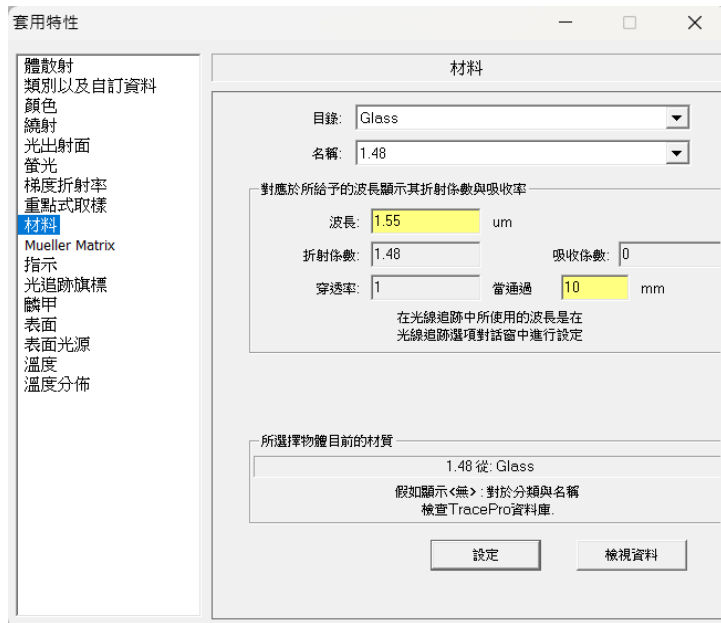
## 3. 位移條件

✓ 待測光纖與測試光纖在 Z 軸上的間距：20um、30um、40um

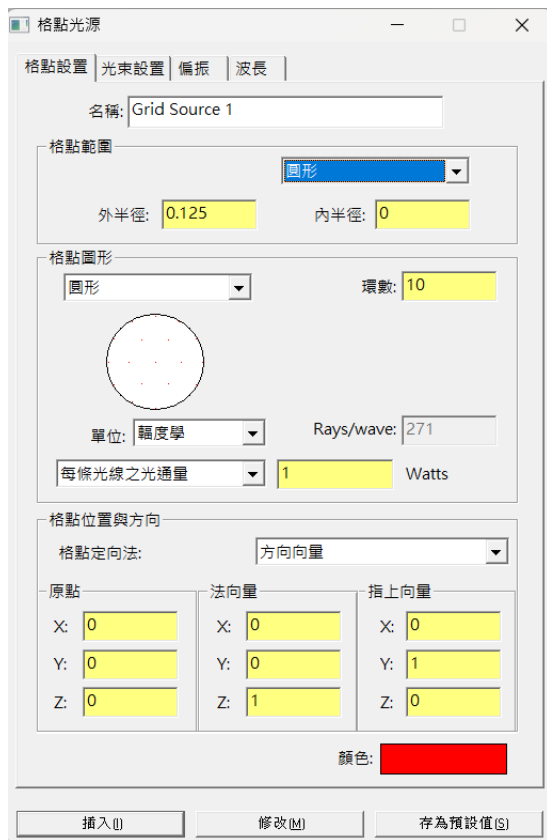
✓ 待測光纖在 Y 軸上的偏移量：從 0um 至 16um，觀察 IL 與偏移量的關係



圖一：纖殼材料參數



圖二：纖核材料參數



圖三：格點光源參數中的格點設置

格點光源

格點設置 | 光束設置 | 偏振 | 波長

密度分佈(剖面): 均勻分佈

空間比重: 均勻光通/位置加權

光腰 X: 1 光腰 Y: 1  
(光腰是在  $1/e^2$  位置上)

角密度分佈(剖面): 均勻角度(度)

角度比重: 均勻光通/角度加權

半角 R: 0 N/A 0

光束方向

光束定向: 扇形(收斂型)

焦點位置

X: 0  
Y: 0  
Z: 1

指向向量

X: 0  
Y: 1  
Z: 0

插入(I) 修改(M) 存為預設值(S)

圖四：格點光源參數中的光束設置

格點光源

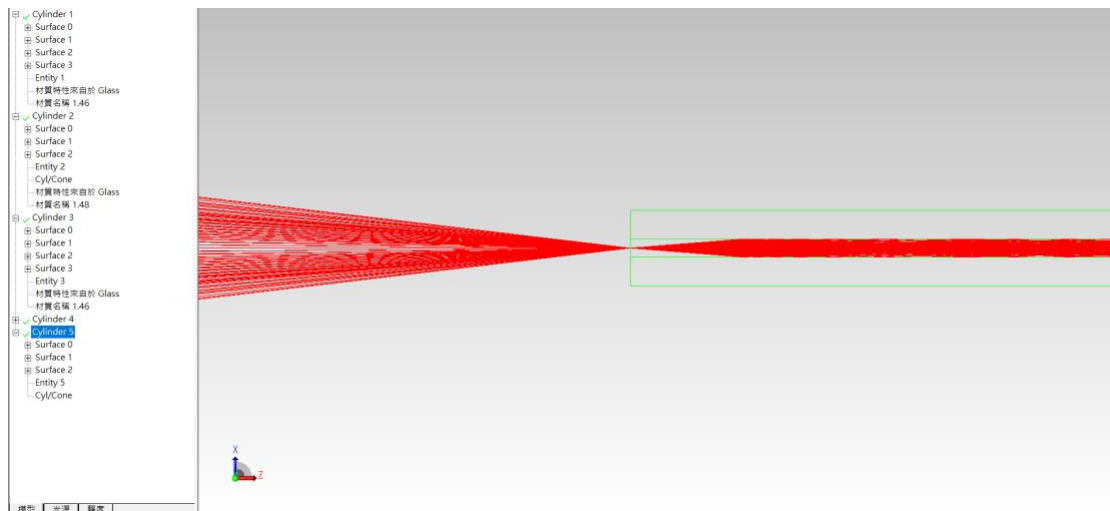
格點設置 | 光束設置 | 偏振 | 波長

1.55 加入 刪除

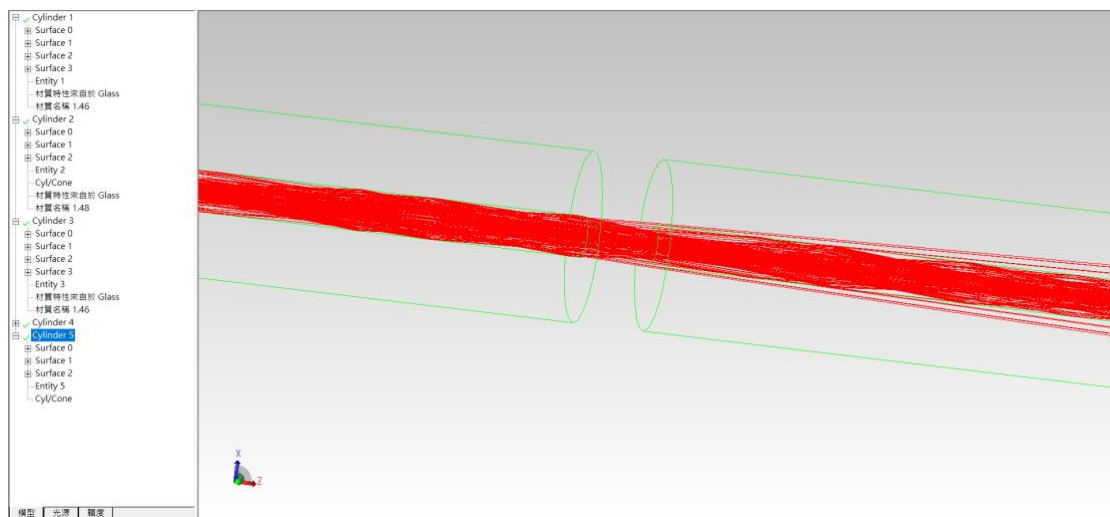
波長 (um)	權重	光通量	光線數
1.55	1	271	271
合計		271	271

插入(I) 修改(M) 存為預設值(S)

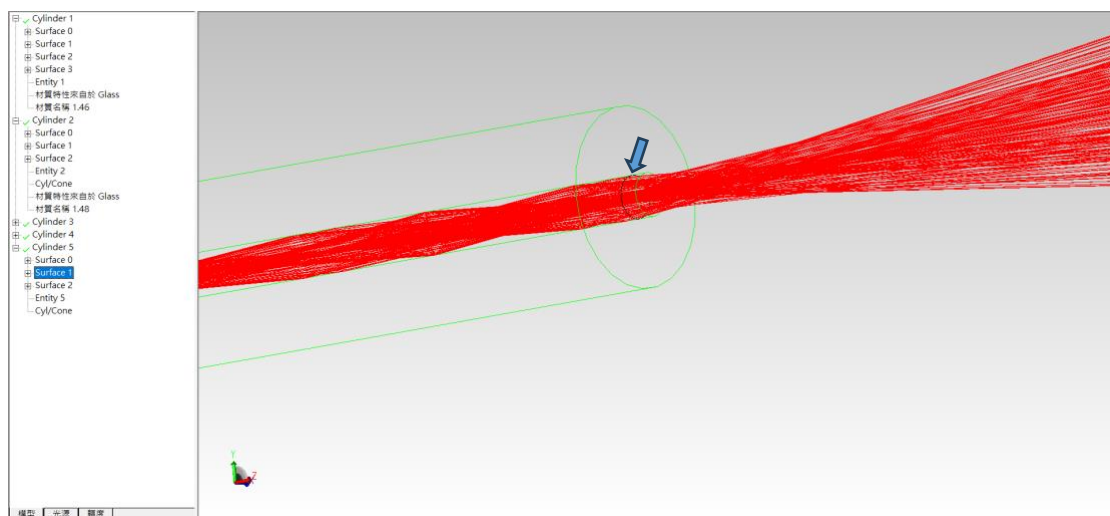
圖五：格點光源參數中的波長設定



圖六：格點光源入射至測試光纖之纖核（光源與纖核的距離為 1mm）



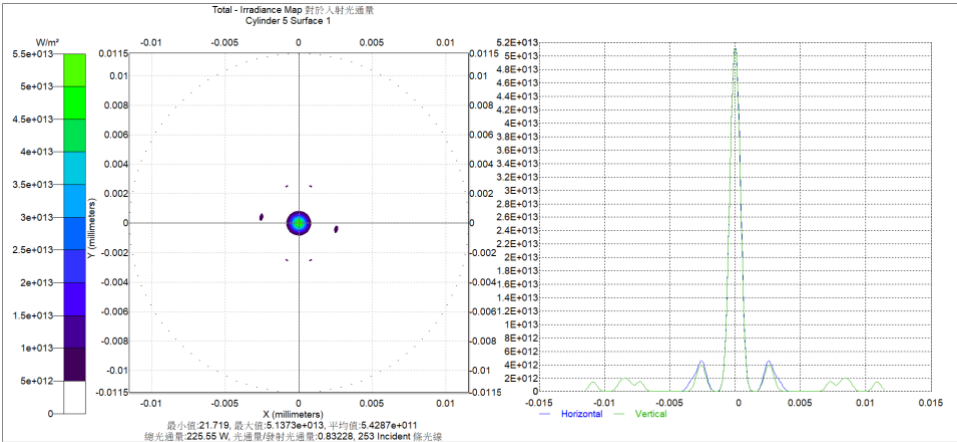
圖七：測試光纖（左）與待測光纖（右）在 Z 軸上的間距



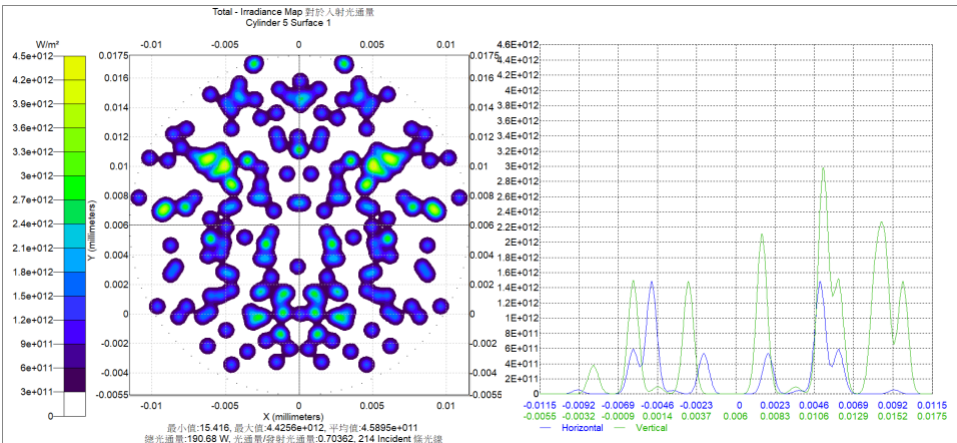
圖八：待測光纖的分析接收面（黑色圓面積 = 纖核大小）

三、模擬結果

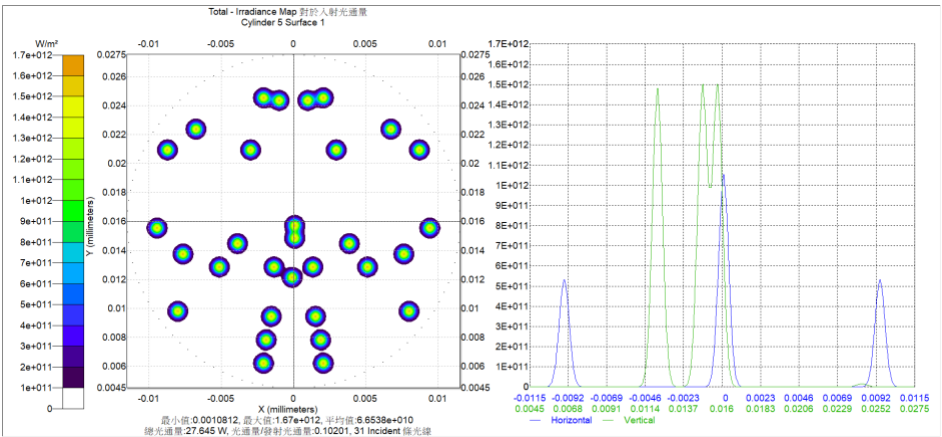
測試光纖與待測光纖在 Z 軸上的間距為 20um 下的模擬結果：



圖九：待測光纖向 Y 軸偏移 0um 下的光通量為 0.83228(W)

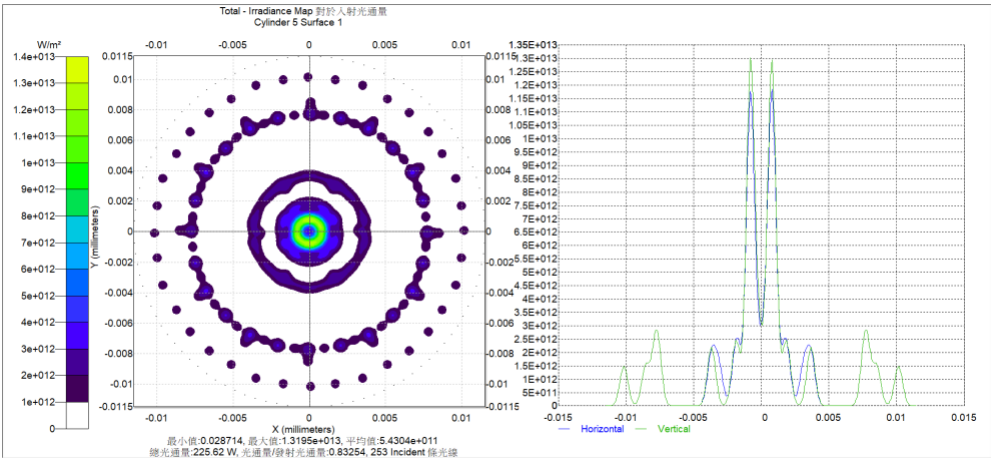


圖十：待測光纖向 Y 軸偏移 6um 下的光通量為 0.70362(W)

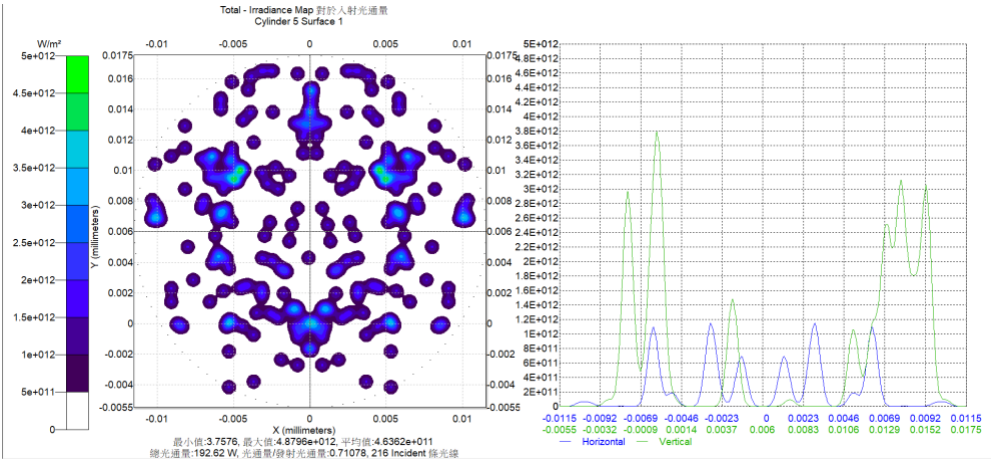


圖十一：待測光纖向 Y 軸偏移 16um 下的光通量為 0.10201(W)

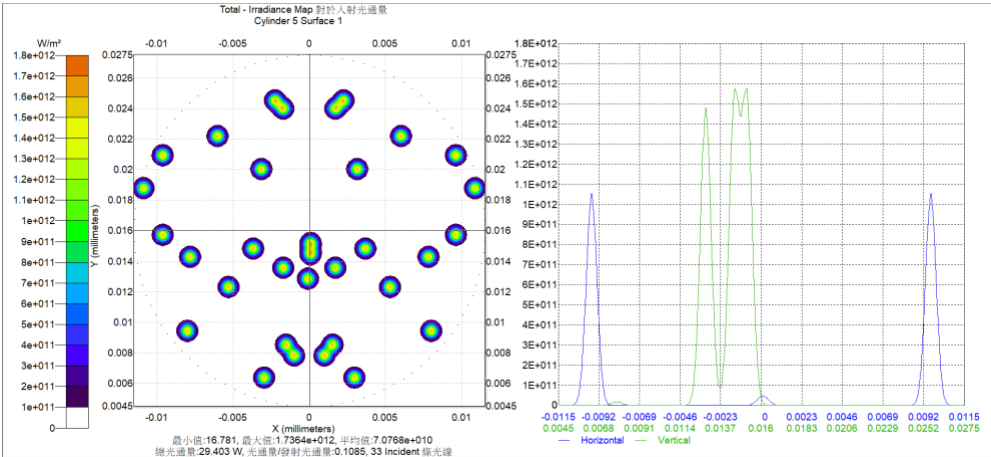
測試光纖與待測光纖在 Z 軸上的間距為 30um 下的模擬結果：



圖十二：待測光纖向 Y 軸偏移 0um 下的光通量為 0.83254(W)



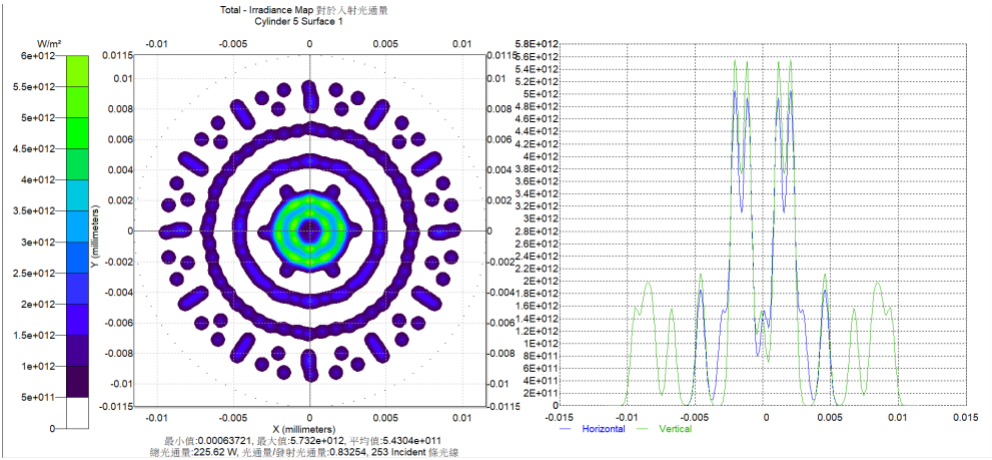
圖十三：待測光纖向 Y 軸偏移 6um 下的光通量為 0.71078(W)



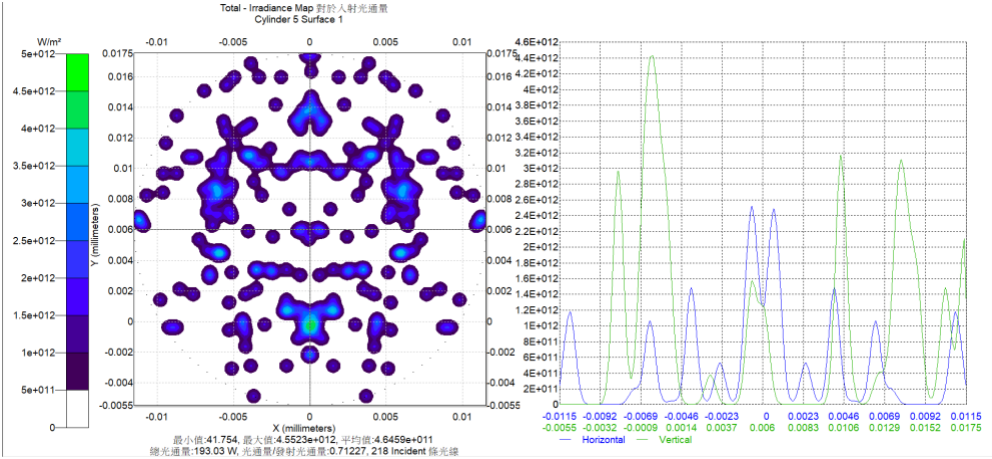
圖十四：待測光纖向 Y 軸偏移 16um 下的光通量為 0.1085(W)



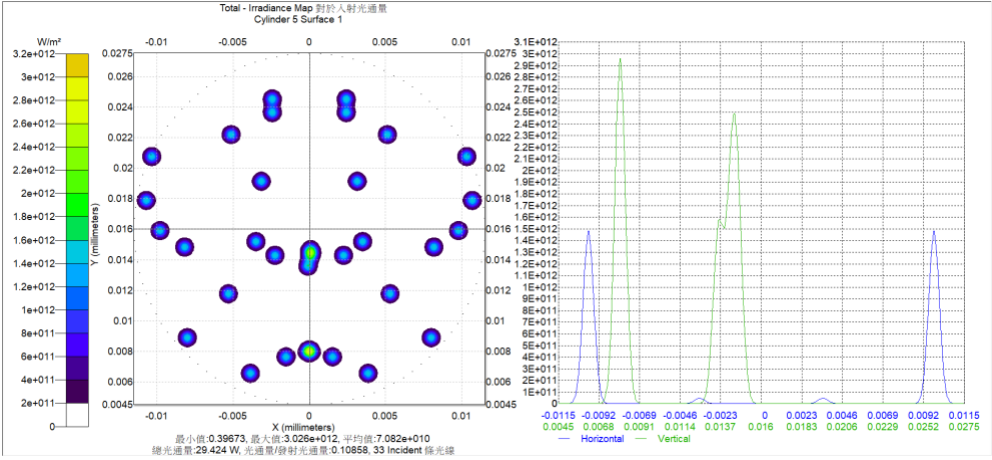
測試光纖與待測光纖在 Z 軸上的間距為 40um 下的模擬結果：



圖十五：待測光纖向 Y 軸偏移 0um 下的光通量為 0.83254(W)

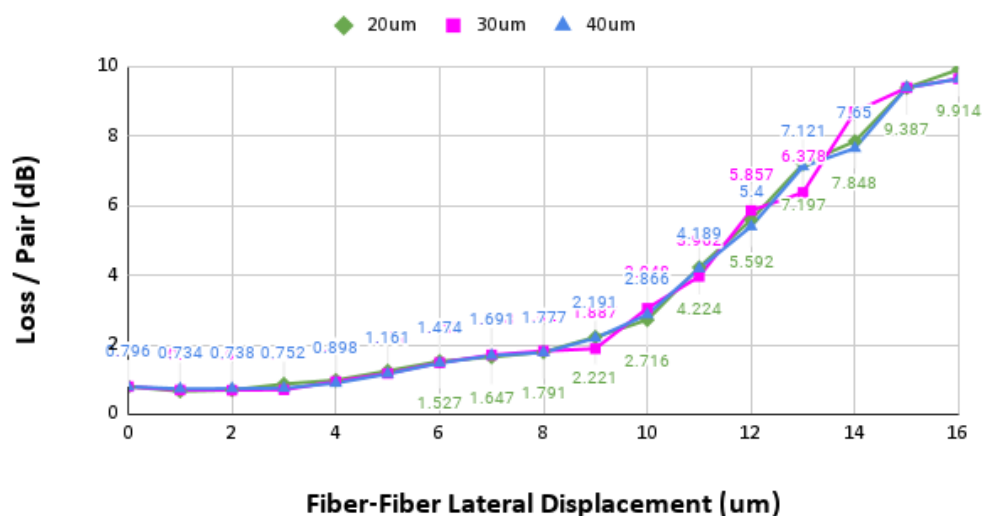


圖十六：待測光纖向 Y 軸偏移 6um 下的光通量為 0.71227(W)



圖十七：待測光纖向 Y 軸偏移 16um 下的光通量為 0.10858(W)

## TracePro模擬



圖十八：位移量與 IL 之關係圖（完整數據如下表，單位 dB）

位移	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20um	0.83228	0.85807	0.8511	0.81793	0.79739	0.74982	0.70362	0.68442	0.66202	0.59968	0.53504	0.37813	0.2759	0.19067	0.16414	0.11517	0.10201
30um	0.797	0.665	0.7	0.873	0.983	1.25	1.527	1.647	1.791	2.221	2.716	4.224	5.592	7.197	7.848	9.387	9.914
40um	0.796	0.734	0.738	0.752	0.898	1.161	1.474	1.691	1.777	2.191	2.866	4.189	5.4	7.121	7.65	9.391	9.643

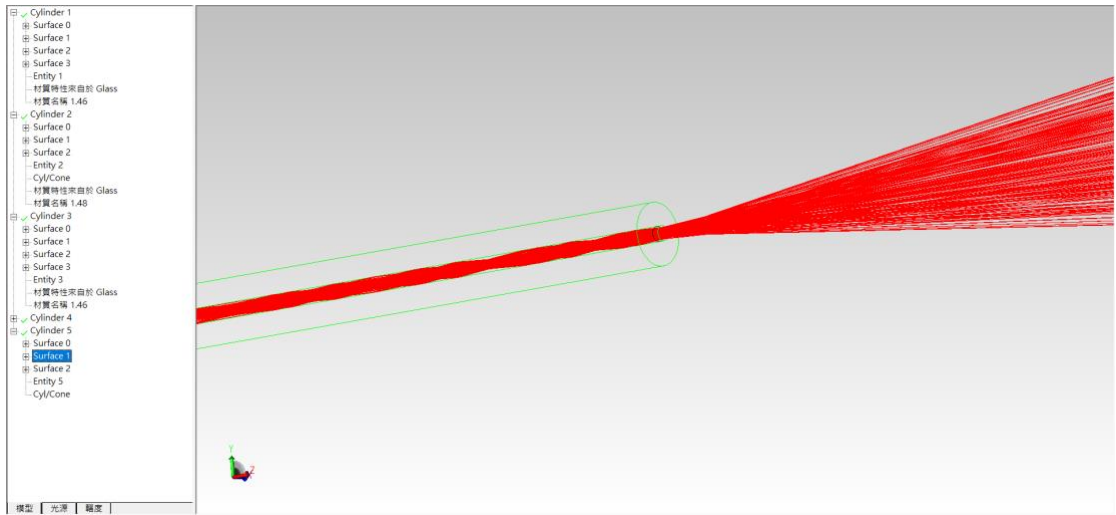
## 四、結果討論

從模擬結果中可以觀察到光線經過光纖結構的折射和內部反射情況，隨著光纖偏移量（Y 軸）增加，部分光束未能進入纖核，導致能量損耗，Insertion Loss 增大。

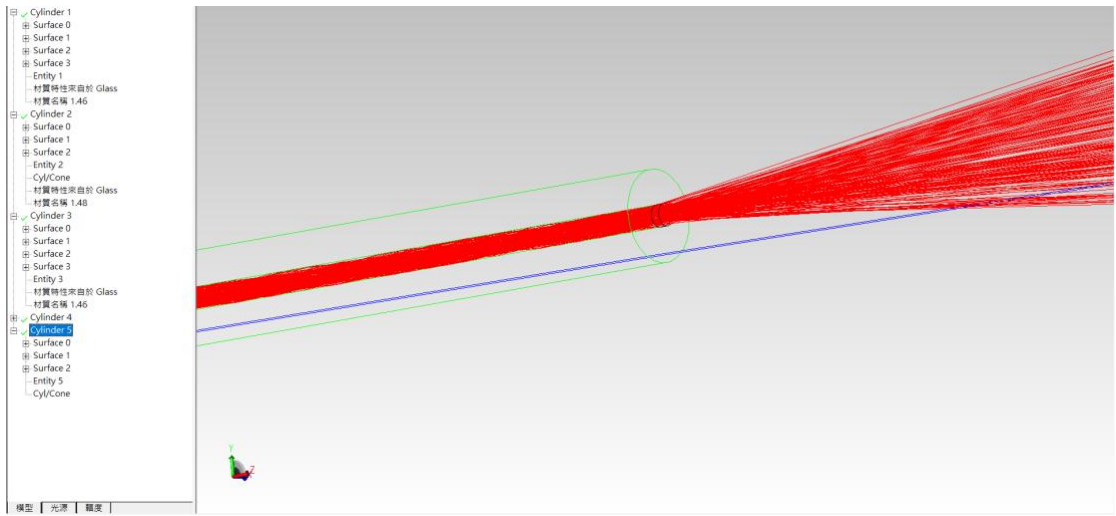
仔細觀察圖十八及數據表，可以發現我們要分析的接收面光通量會隨著 Y 軸偏移增加而逐漸減少，因此 IL 變大。理論上來說，待測光纖與測試光纖的距離愈遠，光線的發散角度加大，會進一步降低光耦合效率，對應的損耗增加會更為顯著，但在我們的實驗結果中，此狀況較不那麼明顯，推測是模擬過程中可能

未完全考慮折射率的不均勻性、纖核表面粗糙度或光纖中微小的幾何偏差等實

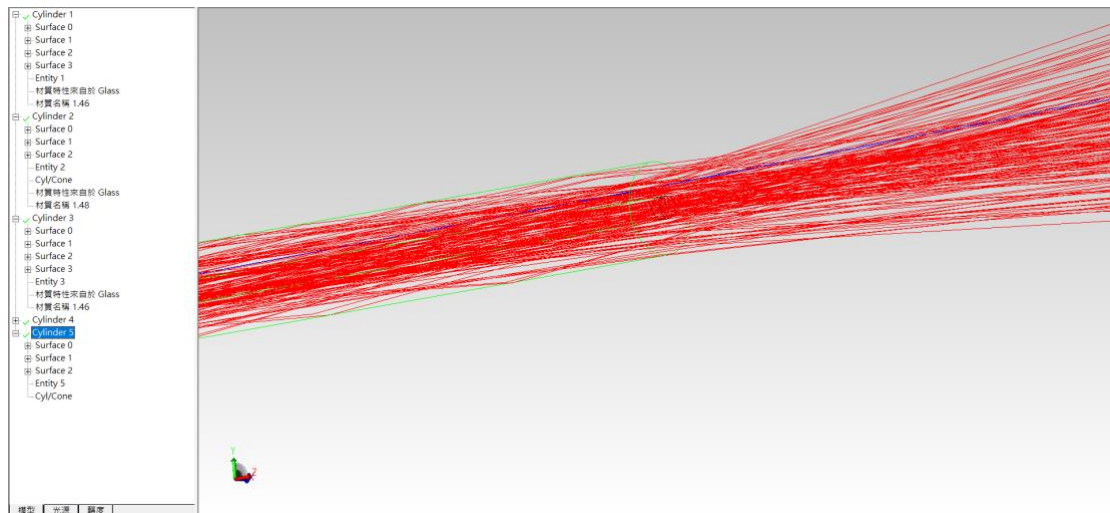
際情況，這些皆可能導致模擬結果與理論有所差距。



圖十九：兩條光纖間距 40um 下向 Y 軸偏移 0um 之光線接收情形



圖二十：兩條光纖間距 40um 下向 Y 軸偏移 6um 之光線接收情形



圖二十一：兩條光纖間距 40um 下向 Y 軸偏移 16um 之光線接收情形

從圖十九、圖二十、圖二十一中可以觀察到，當偏移量增加，部分光束未能集中在纖核，會發散至纖殼中，因此分析接收面的光通量就會逐漸減少。IL 與偏移量呈正相關，要讓 IL 降到最低就須嚴格控制偏移量及光纖間距，才能大幅提升光纖耦合效率。