

國震科普演講

光、空間、重力、水、光纖

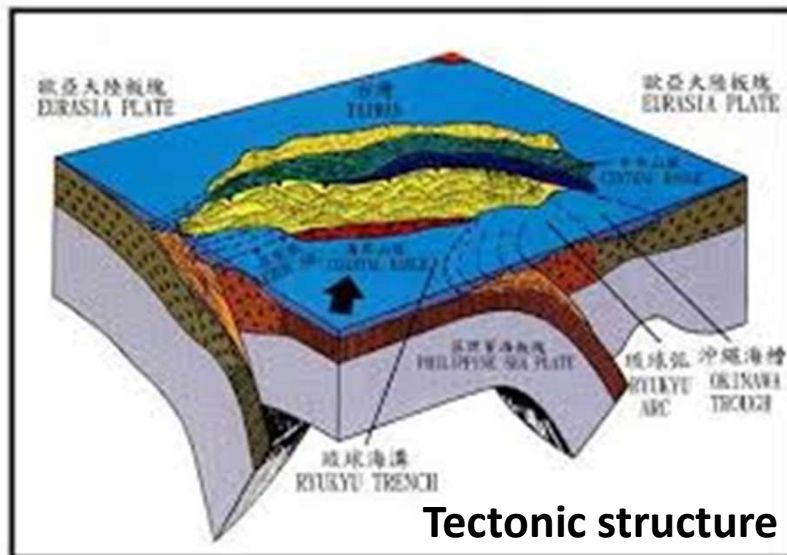
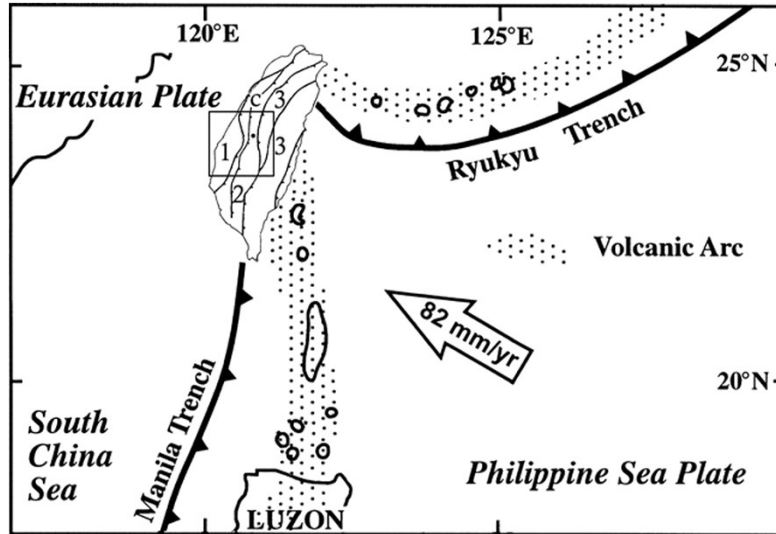
—為橋梁建構感知神經

橋梁組 李政寬

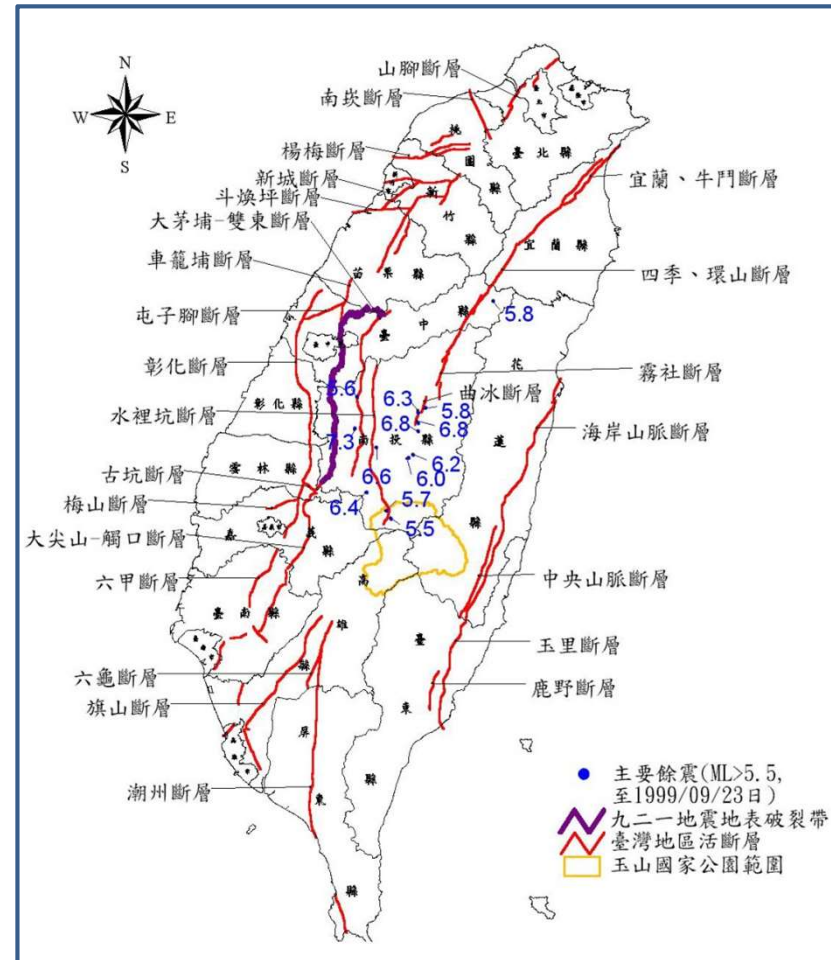
簡報內容

- 1. 台灣的天然災害
- 2. 橋梁的損害
- 3. 橋梁基本所需感測器討論
- 4. 光纖光柵與光纖沉陷計介紹
- 5. 國震現地應用案例
- 6. 結論與展望

1. 台灣的天然災害—地體構造

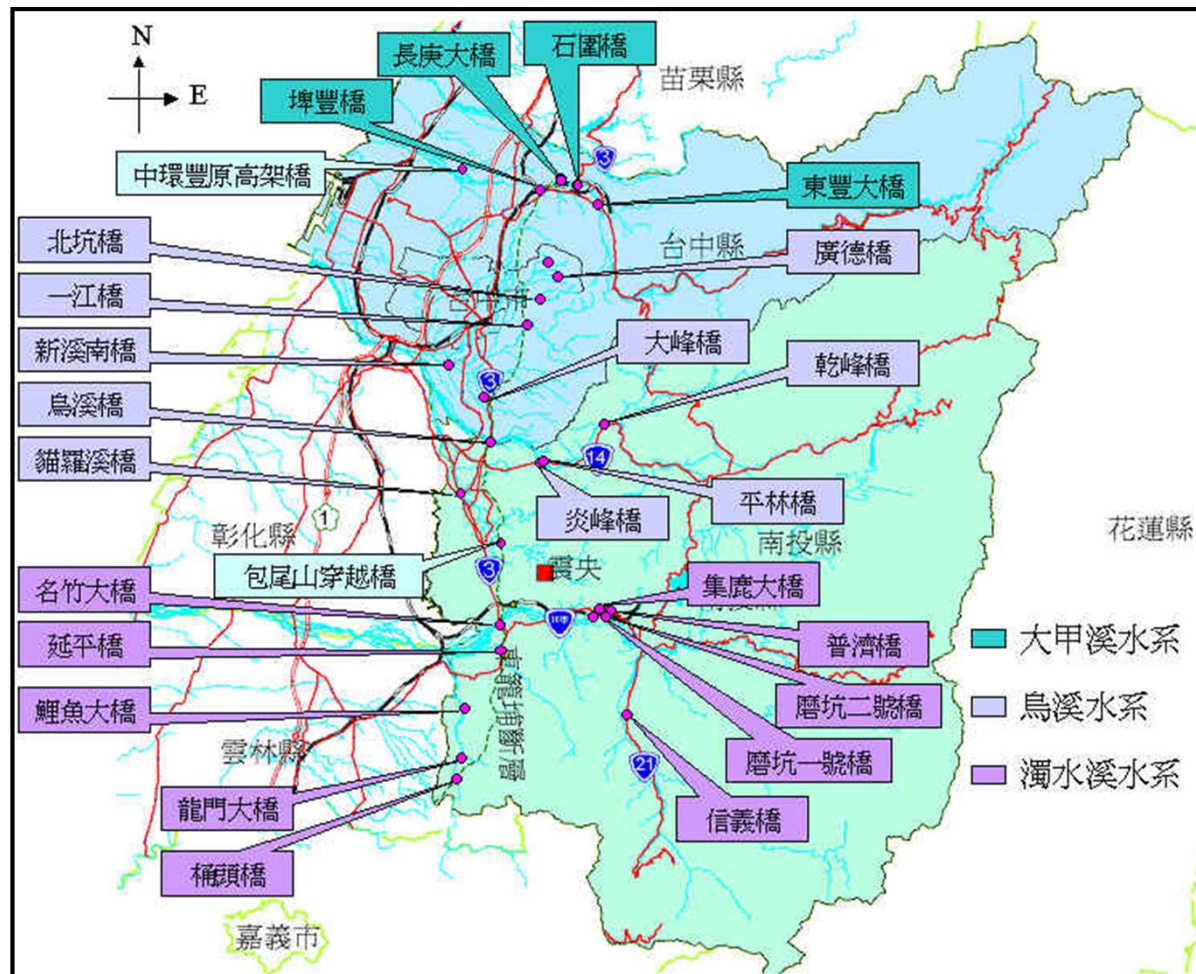


Tectonic structure



Faults distribution on Taiwan Island

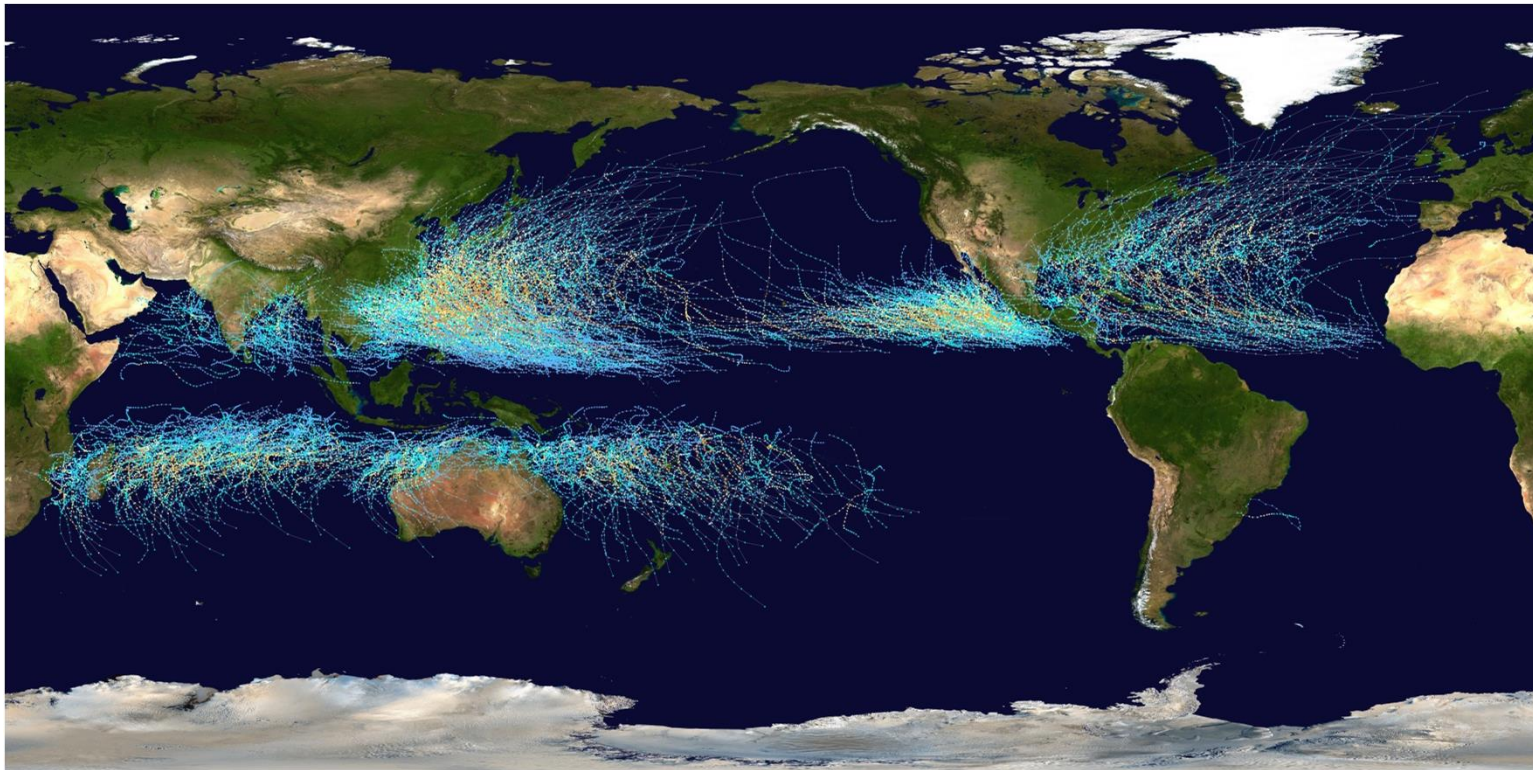
1. 台灣的天然災害—地震與橋梁



集集地震震損橋梁分布圖

1. 台灣的天然災害—颱風

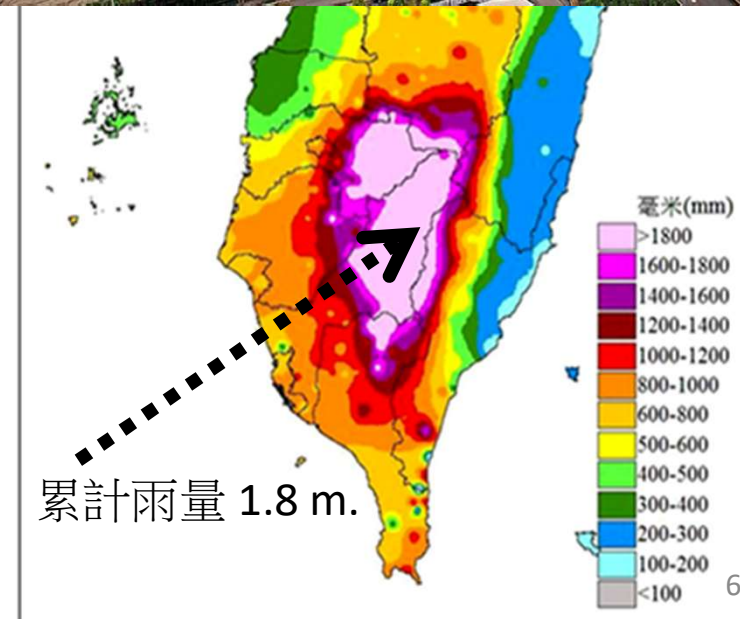
全球熱帶氣旋行徑分布圖 Global tropical cyclone tracks



1. 台灣的天然災害—颶洪與橋梁



2009 年莫拉克颶風
橋梁破壞分布圖



1. 台灣的天然災害—地震與颱風

橋梁損傷指數反應著天然災害對人類社會影響的強度。

橋梁災損阻礙救災行動。橋梁當下資訊十分重要。

能否將橋梁狀態數位化?



2. 橋梁的損害—地震



地震引致土壤液化，以及橋梁下陷

Research Report for the earthquake in Chile, February 27, 2010.
The Federal Highway Administration (FHWA).

2. 橋梁的損害—橋梁老劣化



From WIKI

KB Bridge, Palau
1.6m sag after 18 years



KB Bridge Collapsed,
September 26, 1996, 3 months after retrofit

2. 橋梁的損害—鹽害、超載



2. 橋梁的損害—建造失誤

(網路照片)



佛羅里達，新建天橋斷裂，2018年3月15日

哥倫比亞，新建斜拉橋倒塌，2018年1月15日

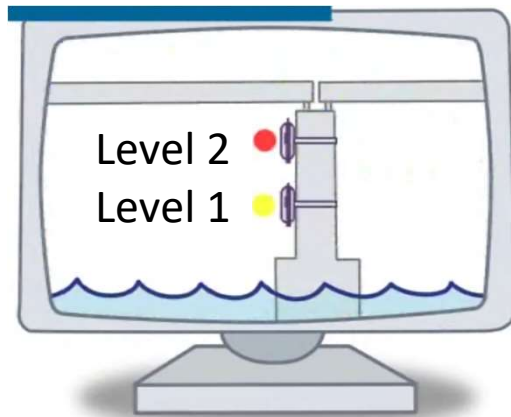
3. 橋梁基本所需感測器討論

- (過去的)監測計畫是否對橋梁安全有實質益處?
對業主有何幫助?
- 一座橋有很多跨、很多構件，如何經濟地監測全部橋跨?
- 哪些感測器最適合與通用於一般橋梁?

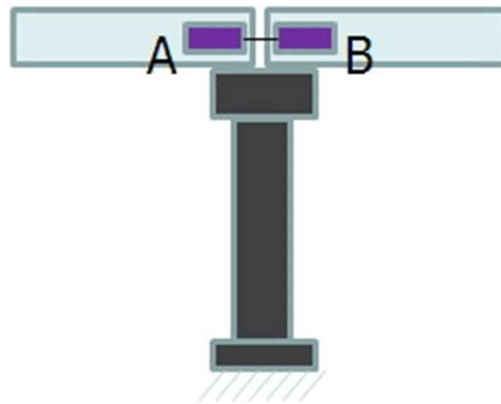
3. 橋梁基本所需感測器討論

講者主觀意見

河水高度



伸縮縫變化

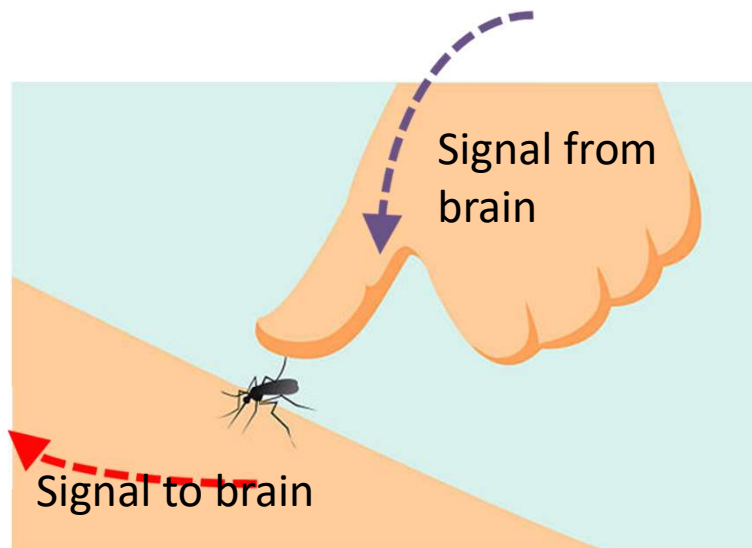


沉陷或傾斜

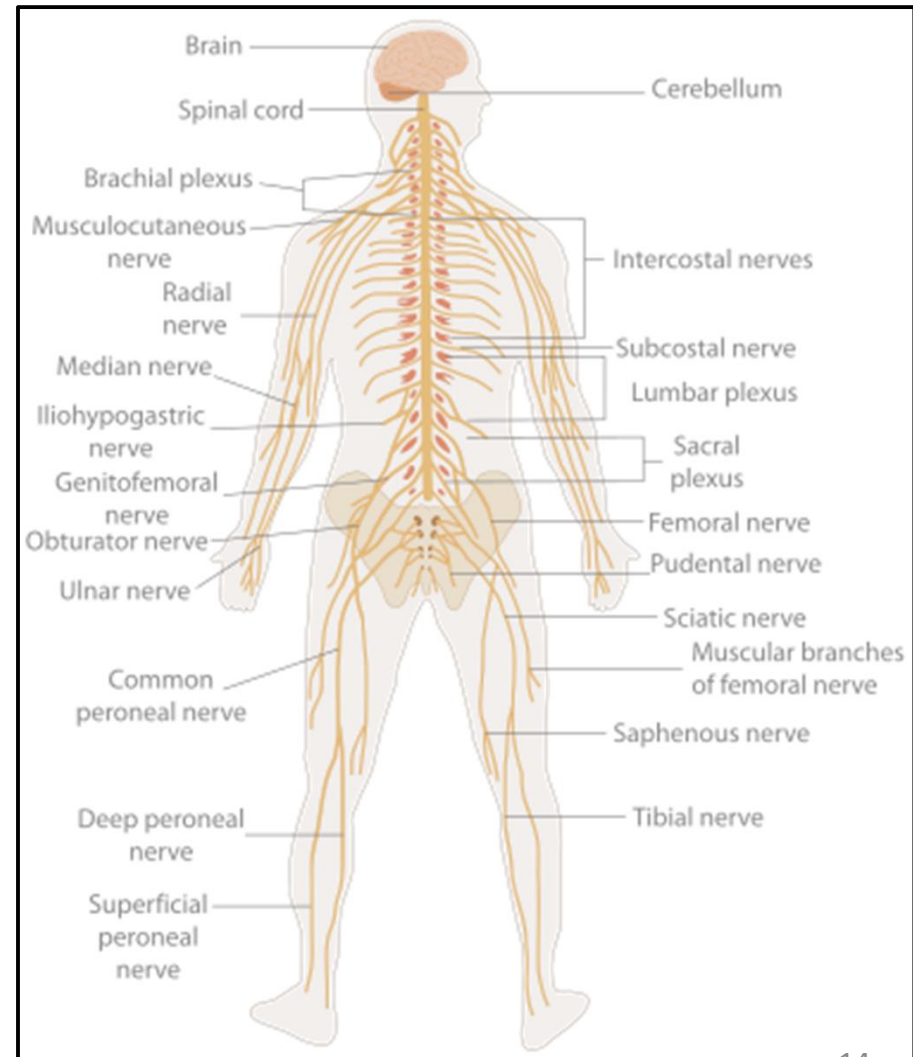


3. 橋梁基本所需感測器討論

人體神經系統



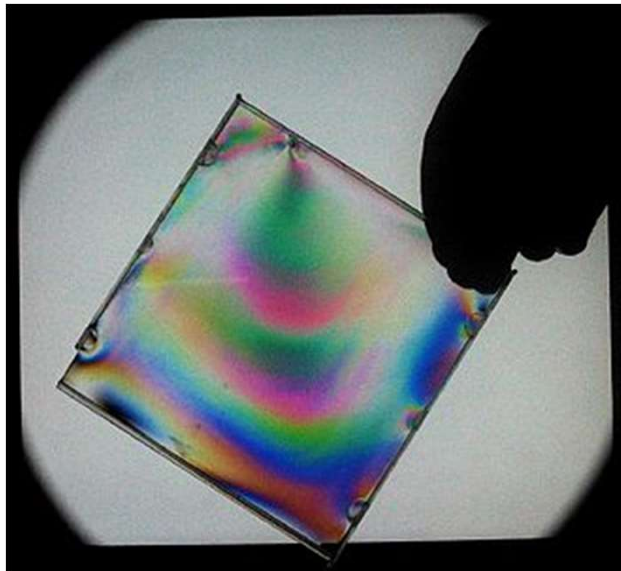
有感知，才有行動



From Wiki

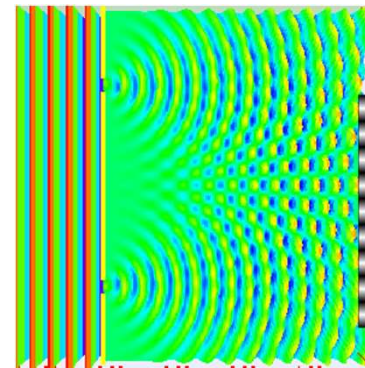
4. 光纖光柵與光纖沉陷計介紹

<https://www.smartfibres.com/technology>

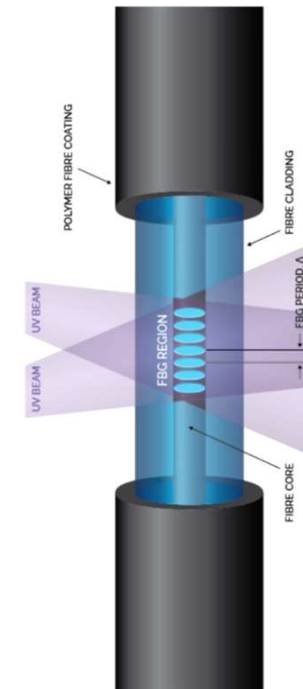


WIKI

Photoelasticity
光彈行為



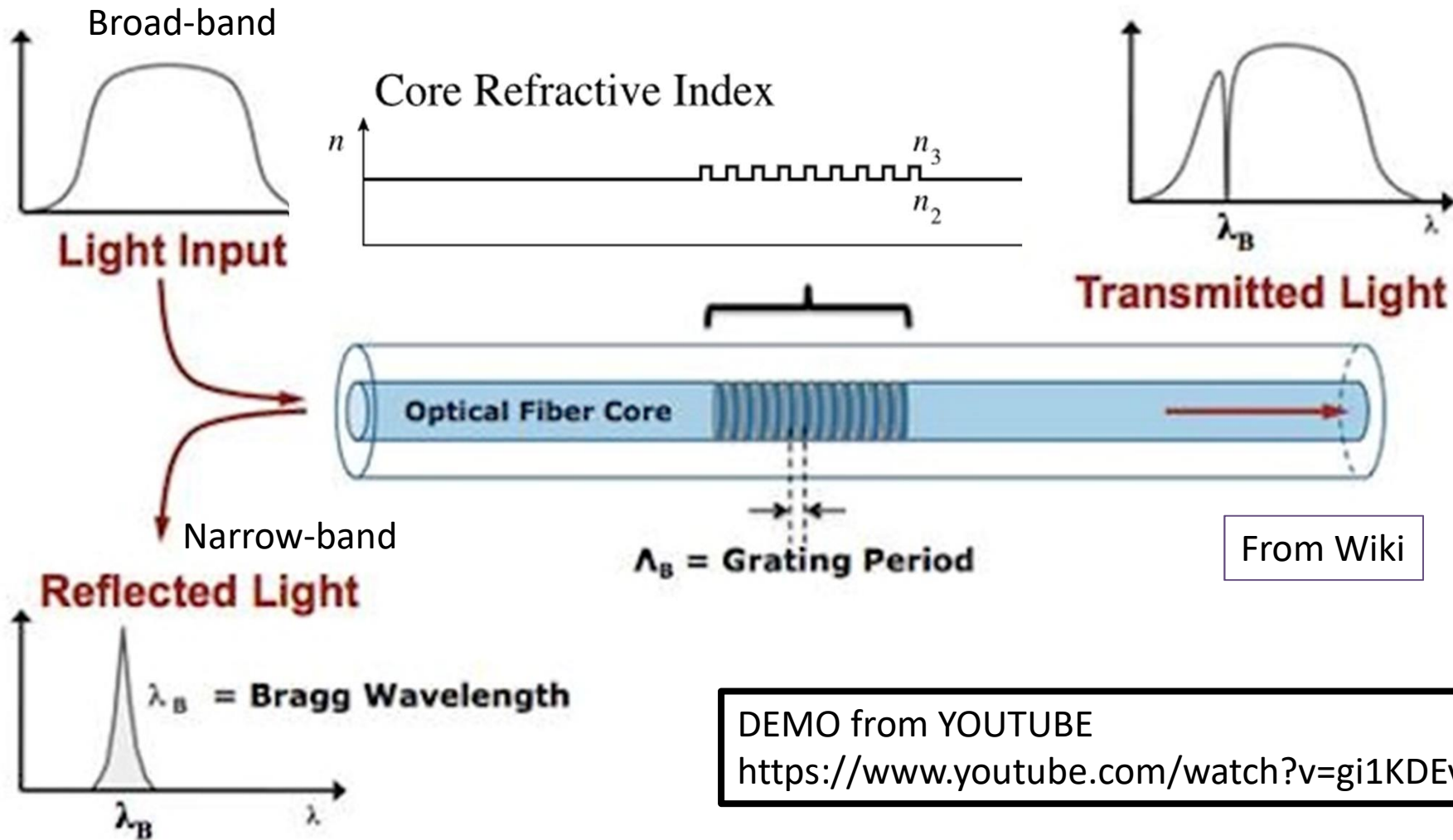
WIKI：楊氏雙狹縫干涉
[Thomas Young](#)，1801



Meltz et al.用UV光寫錄

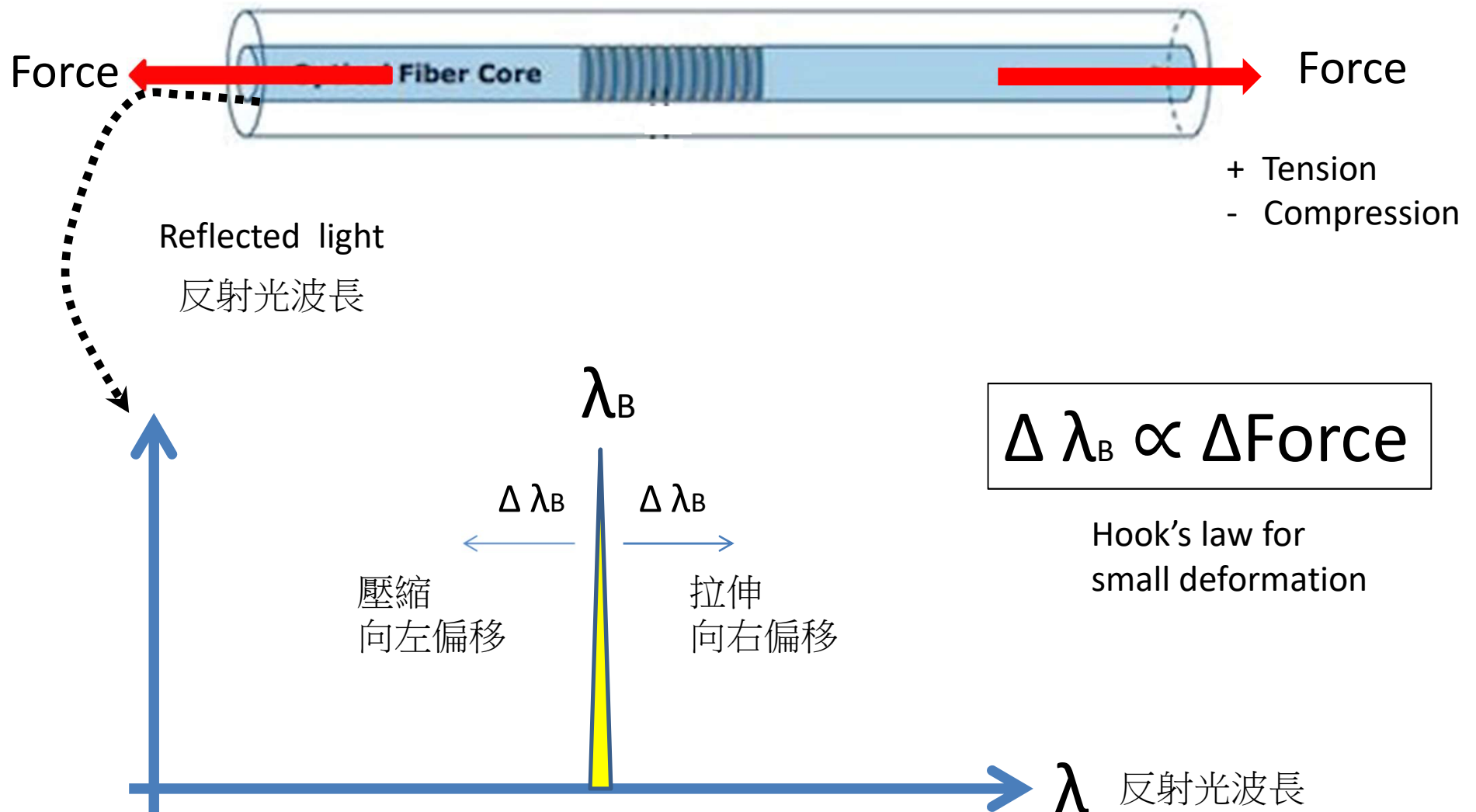
K. O. Hill, Y. Fujii, D. C. Johnson, and B. S. Kawasaki,
“[Photosensitivity](#) in optical fiber waveguides:
Application to reflection filter fabrication,”
Appl. Phys. Lett., vol. 32, pp. 647–649, 1978.

4. 光纖光柵與光纖沉陷計介紹

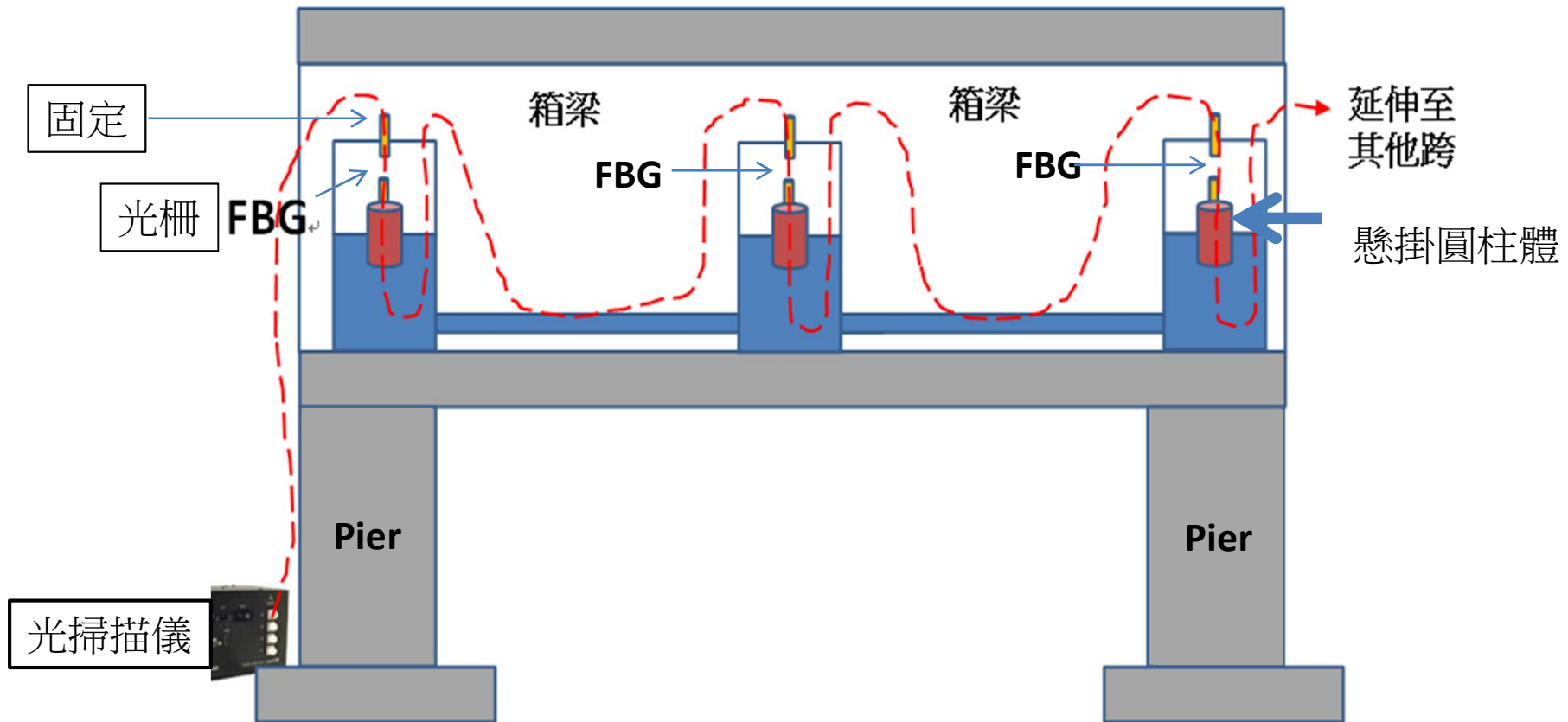


DEMO from YOUTUBE
<https://www.youtube.com/watch?v=gi1KDEvs8c4>

4. 光纖光柵與光纖沉陷計介紹



4. 光纖光柵與光纖沉陷計介紹

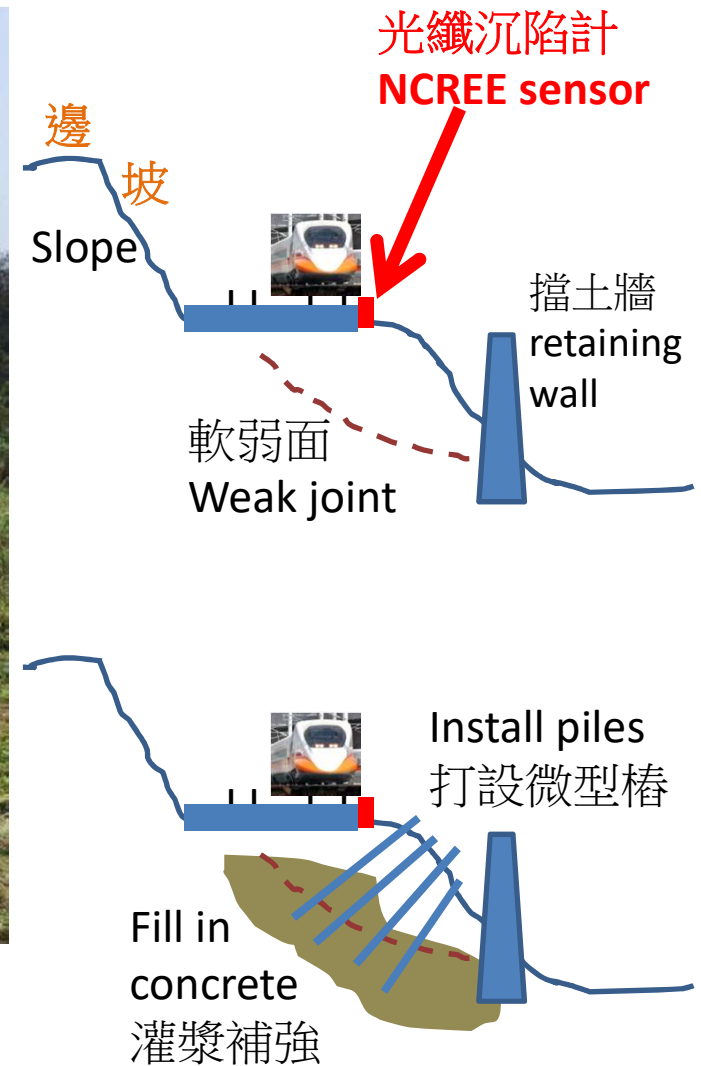


連通管原理+ 浮力原理 + 二力平衡 + 光柵光彈行為
 → 光掃描儀_波長掃描 → 沉陷計算

5. 國震現地應用案例一：台灣高鐵邊坡監測



May, 2015



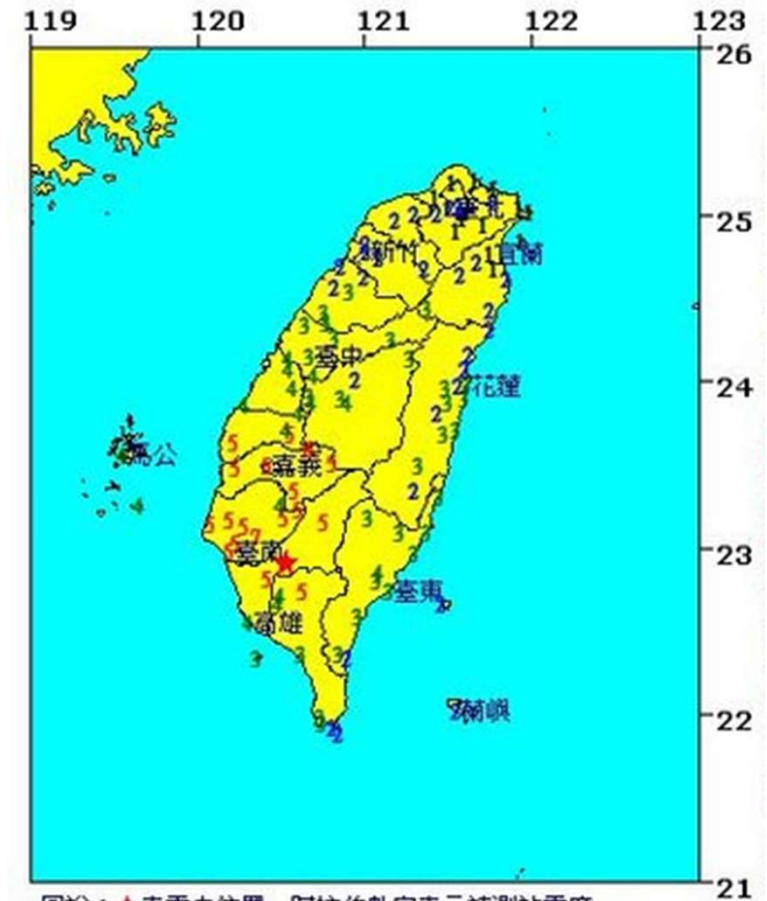
5. 國震現地應用案例二：台灣高鐵烏溪橋



5. 國震現地應用案例三：台86線高架橋監測



Local intensity 7 and 24 km away from the epicenter



February, 2016

5. 國震現地應用案例三：台86線高架橋監測

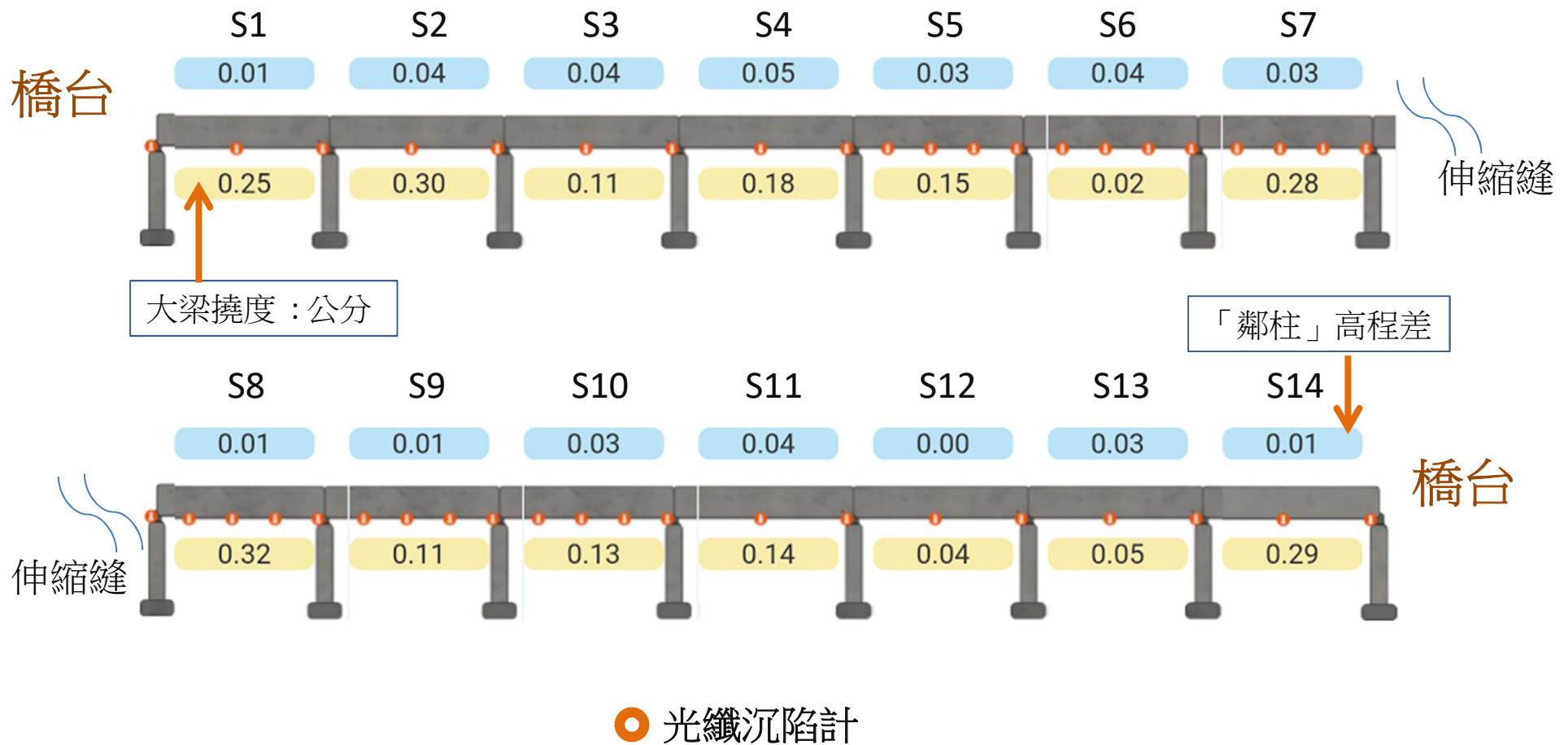


大梁頂升回彈



鋼板補強

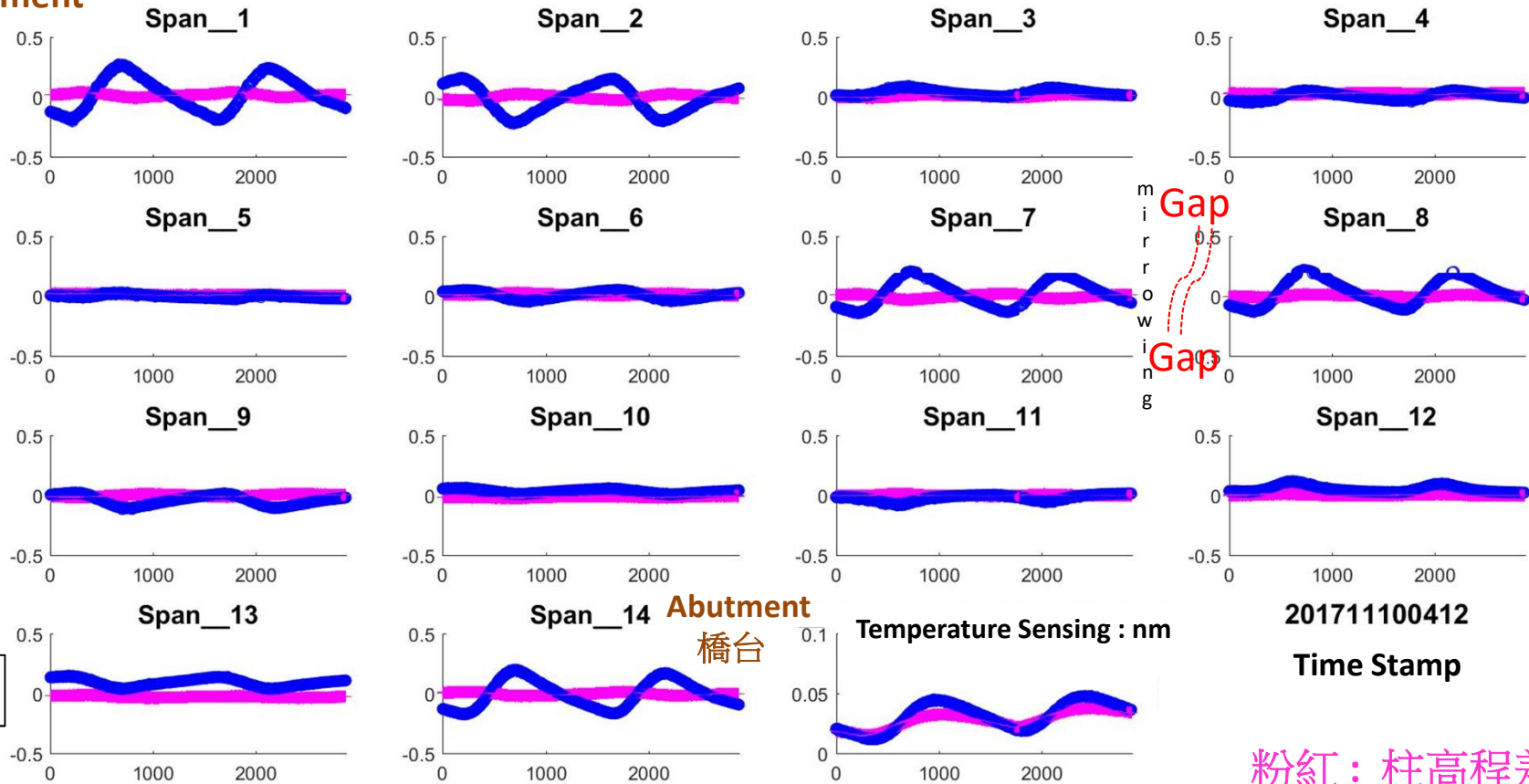
5. 國震現地應用案例三：台86線高架橋監測



5. 國震現地應用案例三：台86線高架橋監測

連續二日的監測歷時記錄

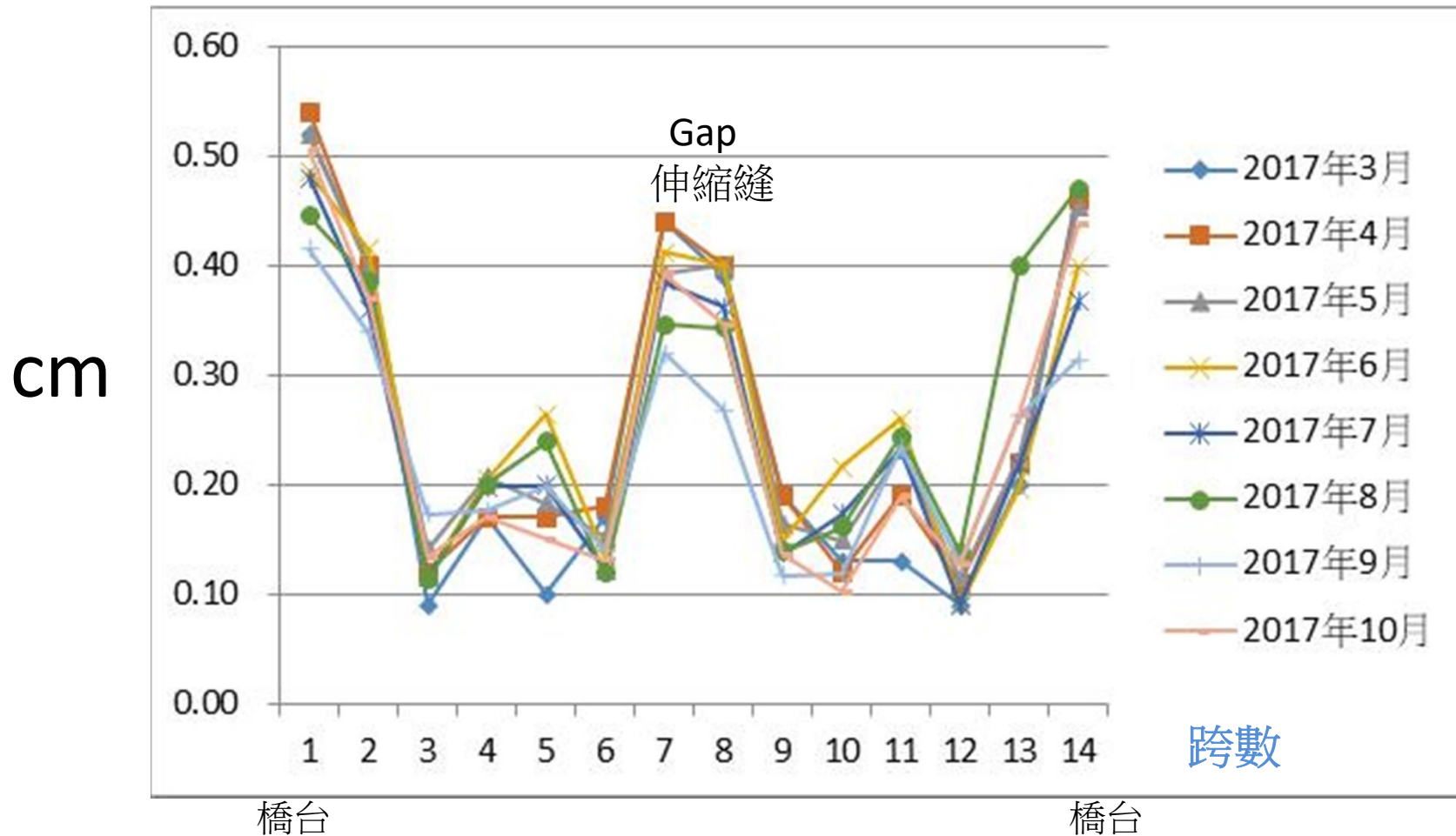
Abutment
橋台



粉紅：柱高程差
藍色：梁中撓度

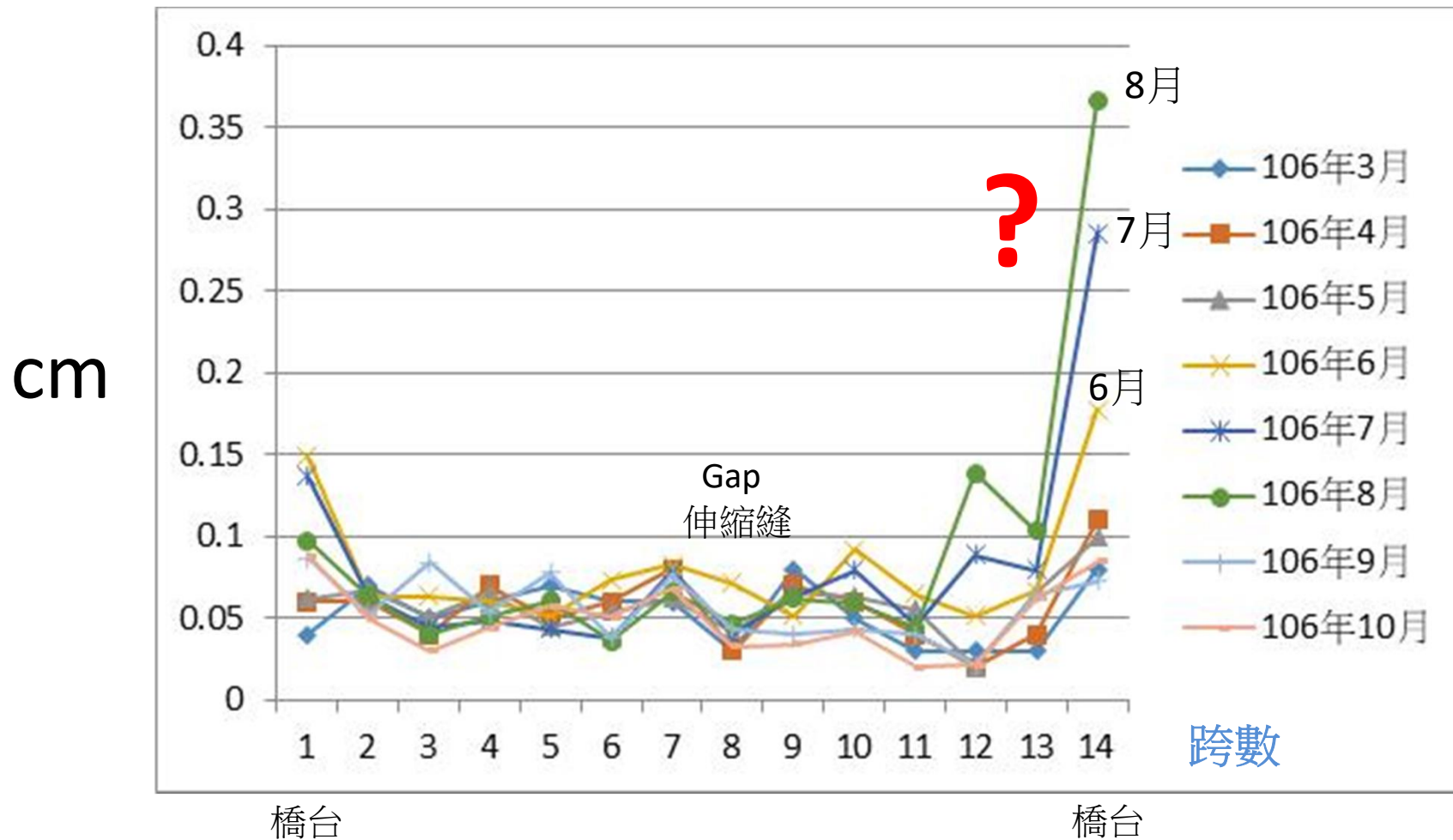
5. 國震現地應用案例三：台86線高架橋監測

每月橋梁最大撓度圖

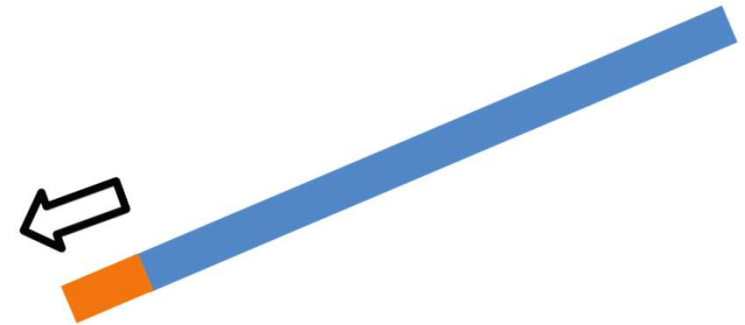


5. 國震現地應用案例三：台86線高架橋監測

「鄰柱」高程差



5. 國震現地應用案例三：台86線高架橋監測



- 分析如下：

本跨橋35m長，坡度角 20° ，假設冬天與夏天
橋平均溫差 25° ，則理論上兩端點高程差

$$=35*100*25*(12/1000000)*\sin(20^\circ)=0.359\text{公分}=3.6\text{ mm}$$

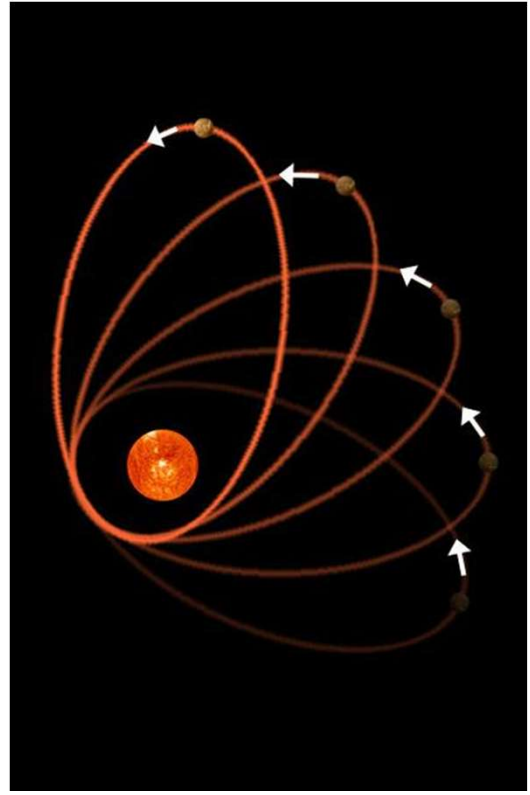
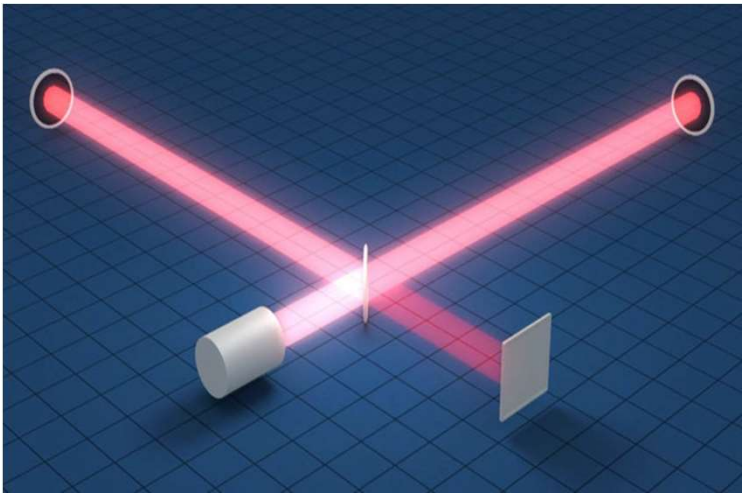
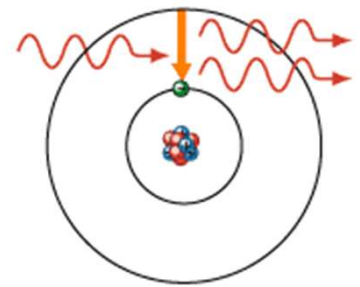
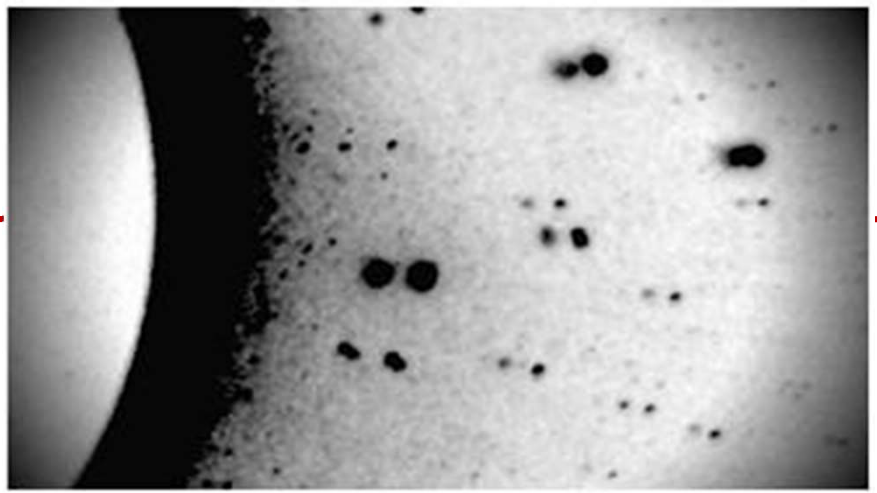
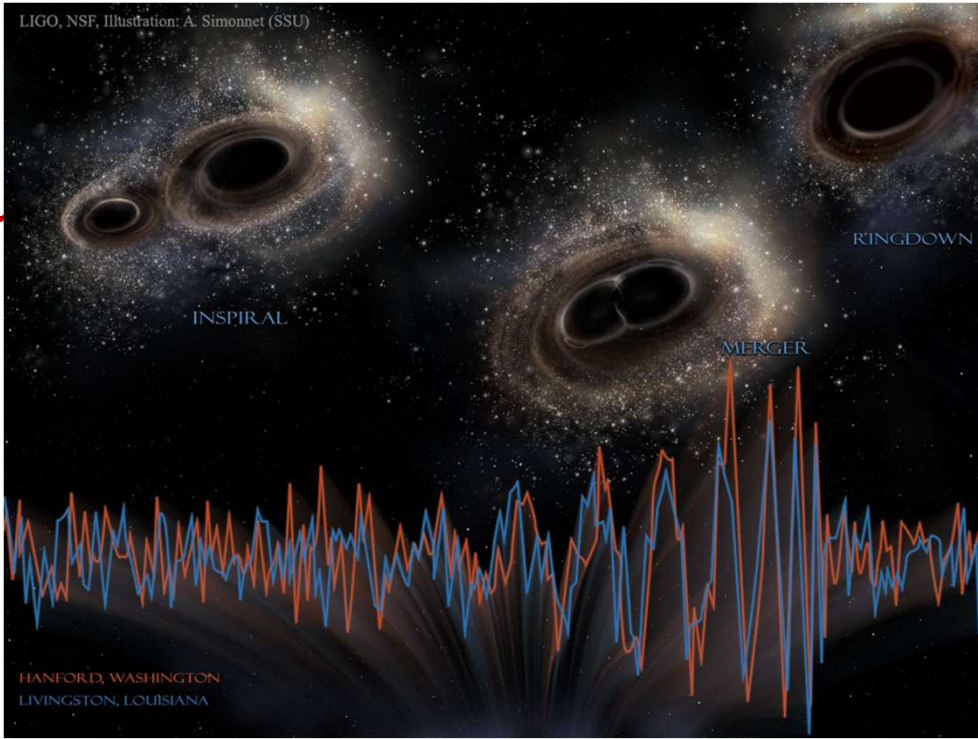
6. 結論與展望

- 線形測量的部分作業，能經由感測器隨時自動執行。
- 光纖光柵感測器，展現優良的耐候性與訊號品質。
- 即時監測提供有效工程資訊，回饋施工單位作決策。
- 未來的新造橋梁可能安裝基本感測器，協助橋梁建造，並節省日後長期養護管理人力測繪作業。應可預期。

光、空間、重力、水、光纖

—為橋梁建構感知神經

(工作的最大收穫)



謝謝聆聽
敬請指正

致謝：李路生 技術師

- ※國家地震工程研究中心-科普系列
- 題目：光、空間、重力、水、光纖—為橋梁建構感知神經
- 演講者：國震中心 李政寬 副研究員
- 時間：2018年05月25日
-

交通建設是經濟活動的命脈，橋梁是交通建設的重要幹道。我們每日上下班和上下學途中，時常需要通過橋梁。臺灣地理環境特殊，地震、颱風、洪災頻繁，時常威脅橋梁和用路人的安全。因此，國家實驗研究院地震工程研究中心開發了一組「橋梁線形光纖監測系統」，能隨時自動化執行量測作業，監視長距離多跨數橋梁安全狀態。這系統已有實際的應用案例。

本演講題目中使用了破折號—，破折號右邊是工程應用：為橋梁建置感知神經，使橋梁線形行為，數位化與資訊化；破折號左邊是相關的科學元素：光、空間、重力、水、光纖，這些元素本身即富饒有趣科學意涵。了解這些科學意涵，就能體察到，我們今日的物質建設與科技知識，是世代人類(特別是科學家)點點累積的成果。