

# 即時坡地動態預警 由物聯網走向智聯網

魏殷哲 (Jason)

防災與水環境研究中心 & 土木工程系

國立陽明交通大學

ngui@nycu.edu.tw

坡地場址調查觀測及變形機制分析 成果發表會

# Roadmap

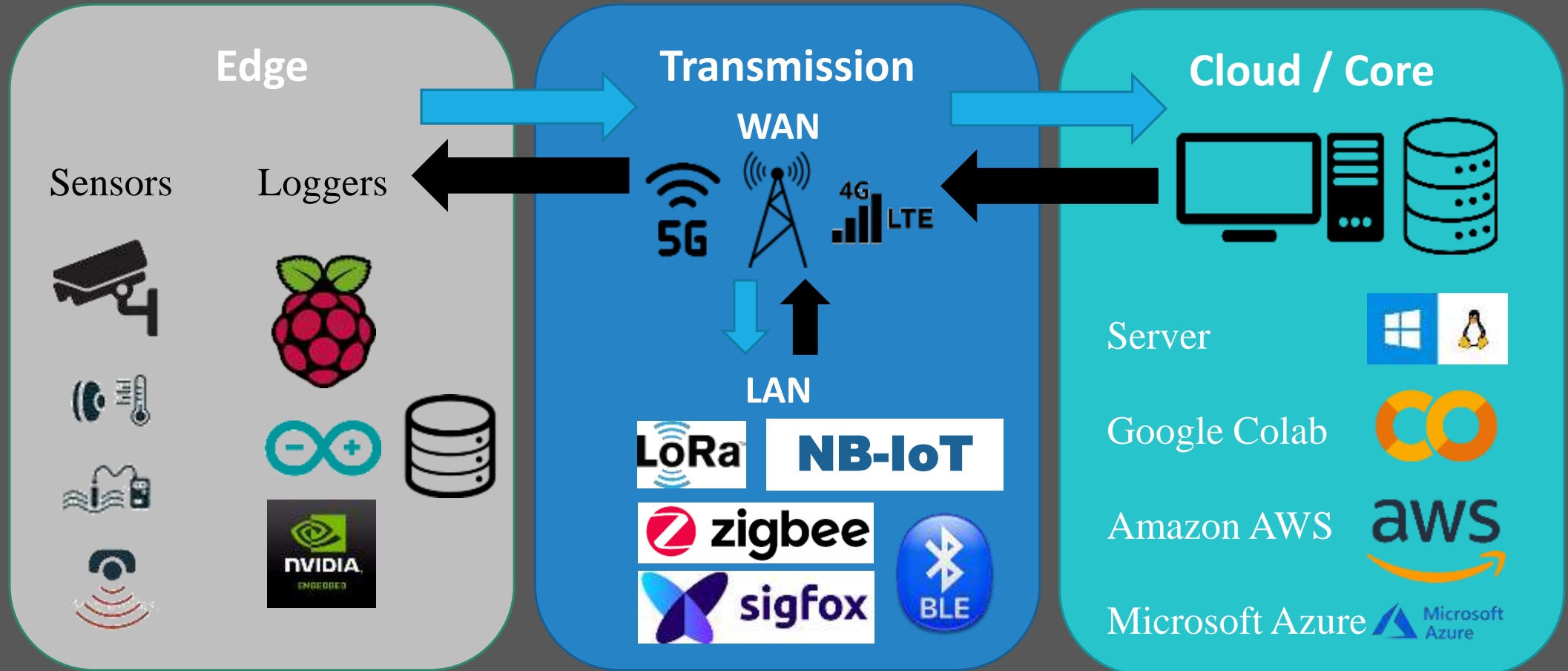
---

- From IoT (物聯網)
  - 架構
  - 感測器
  - 資料傳輸
  - 資料呈現
- To AIoT (智聯網)
  - 伺服器/雲端 AIoT
  - 邊緣運算 AI + IoT
- 應用層面
- 即時坡地動態預警
- 未來展望

# From IoT

---

# IoT – 架構 Architecture







# IoT – 感測器 Sensors

- 大地工程應用
  - 影像



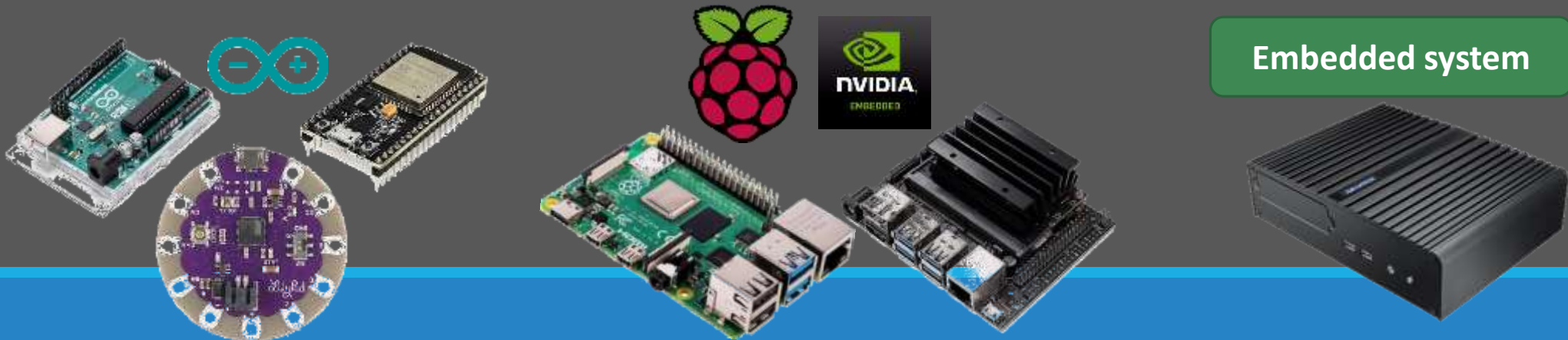
- 土木工程類應用
  - 震動感測器 (結構)
  - 傾度儀
  - 沉陷
  - 流量計





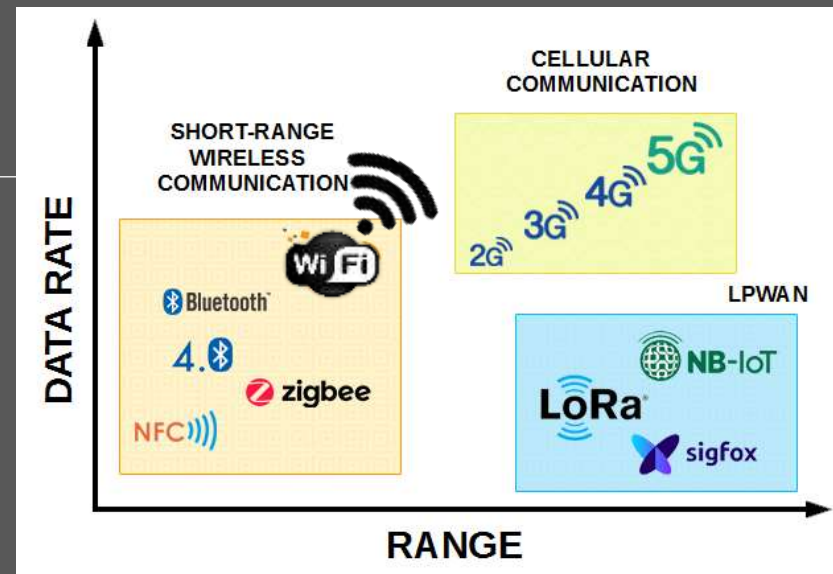
# IoT – 記錄器 Data loggers

- 儲存、傳輸觀測資料
  - 微控制器 micro-controllers ( $\mu C$ )
  - 單板機 single-board computer (SBC)
  - 嵌入式系統 embedded system
- 小型、堅固、全候型
- 低功耗 (一般 0.1W-10W)
  - 省電型 LED 3W-18W
- 多通道之通用輸入輸出 (GPIO)
  - PWM
  - ADC
  - RS-232
  - RS-485
  - USB / UART
  - SPI / I2C
  - SDI-12...

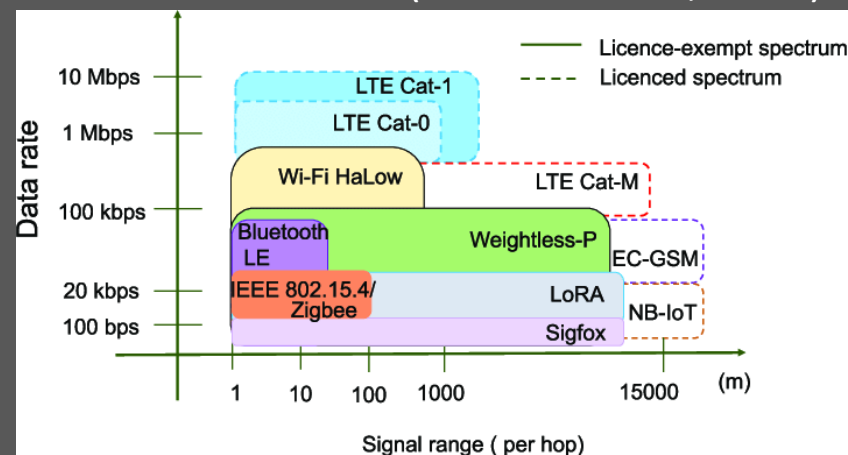


# IoT – 資料傳輸

- 橋接現地主機/記錄器 ↔ 伺服器/雲端服務
  - 牽涉到廣域(WAN)、區域網路(LAN)
- 大規模部署考量
  - 有線 vs 無線
  - 功耗 vs 電力預算
  - 資料傳輸距離 vs 傳輸率
  - 月費
  - 加密/安全性



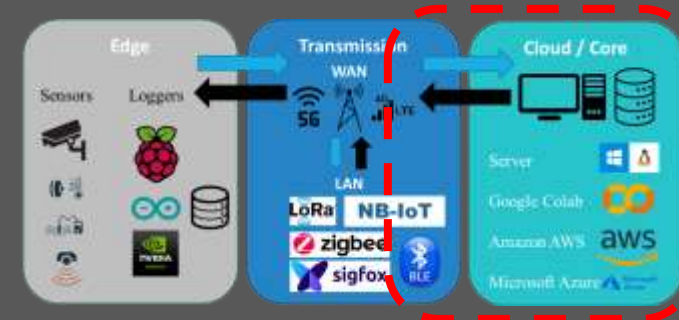
(Arun Kumar V, 2019)



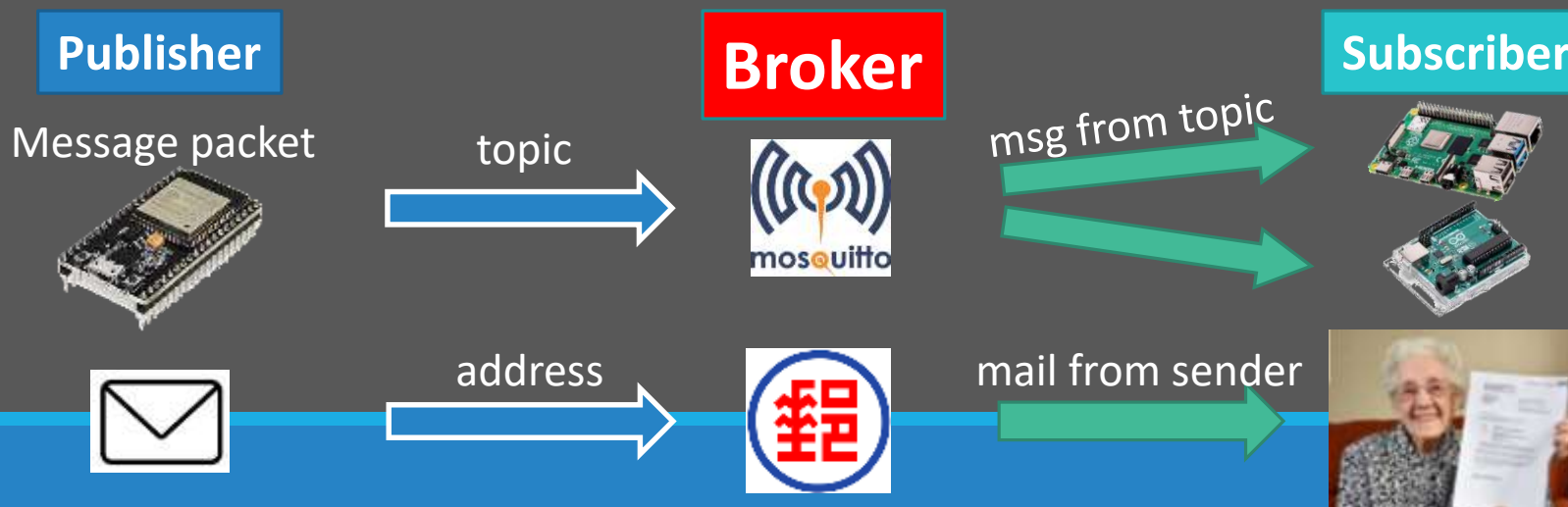
(Nguyen et. al, 2019)



# IoT – 傳輸界面



- 如何將資料橋接入資料庫？
- 目前MQTT為較常用的物聯網傳輸協定
  - 其他如 Websocket (http), CoAP, AMQP
  - 雲端同步服務 (Dropbox, Google Drive, OneDrive etc.) 對物聯網設備傳輸協定較不友善
  - MQTT 可類比成郵政服務



# IoT – 資料呈現

- 將物聯網資料即時、直接、迅速、有意義地展現
- Node-RED
  - 快速、方便的Node.js程式工具
  - 將IoT元件資料以**資料流(data flow)**的方式串接
  - 輕易橋接硬體、API、雲端服務
  - 可部署在主機、伺服器、雲端
- 備有深度學習套件將資料整合至AI模型
  - TensorFlow.js, machine learning
- 或其他全端(前端+後端)語言
  - JavaScript, Python, Java, C++

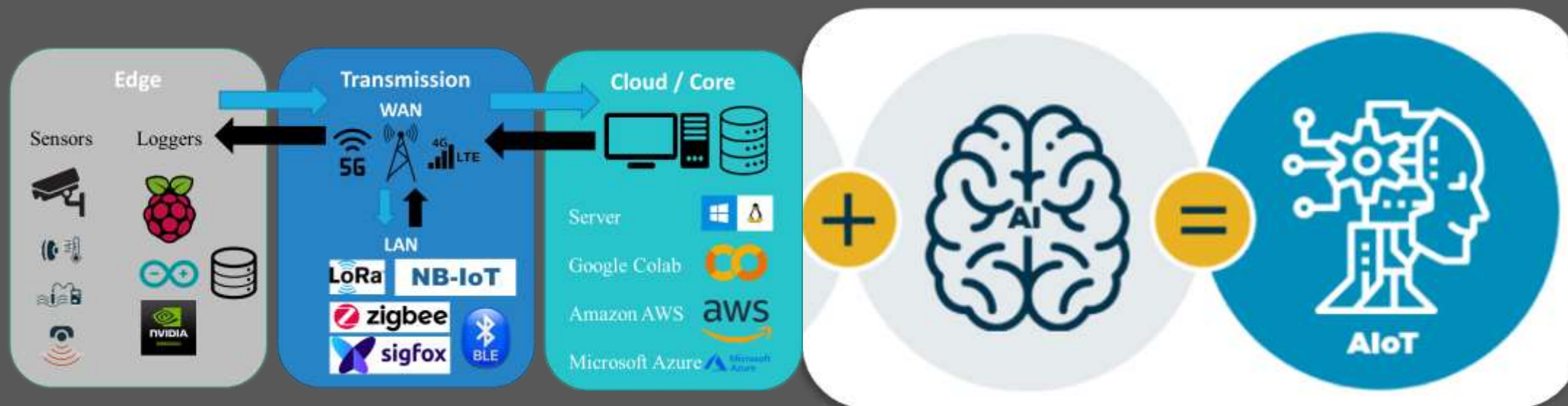


# To AIoT

---



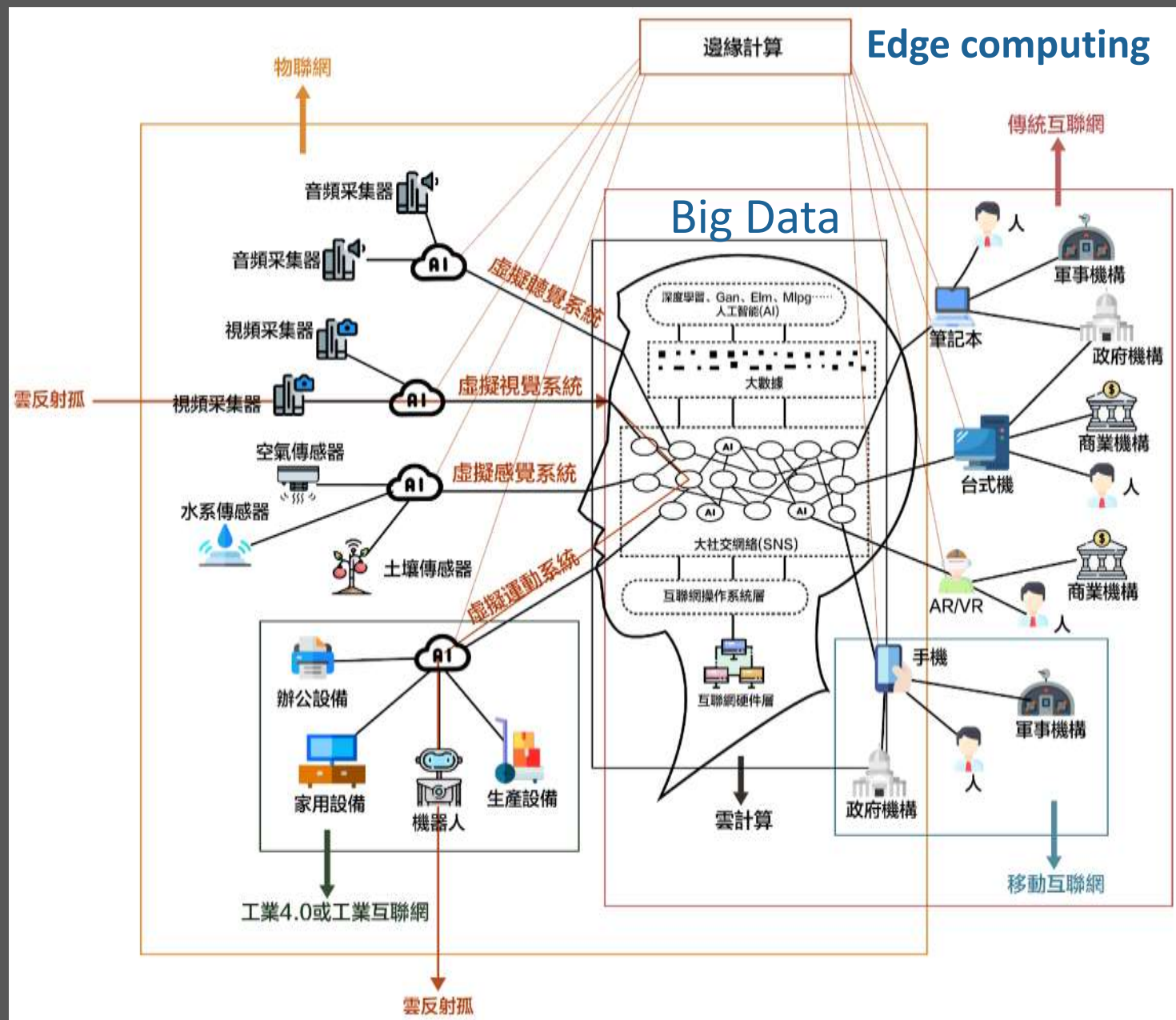
# 智聯網 (AIoT)



物聯網 + 人工智慧 = 智聯網  
Internet of Things + Artificial Intelligence  
= Artificial Intelligence of Things (AIoT)

IoT

Industry 4.0



# Why AIoT?

---

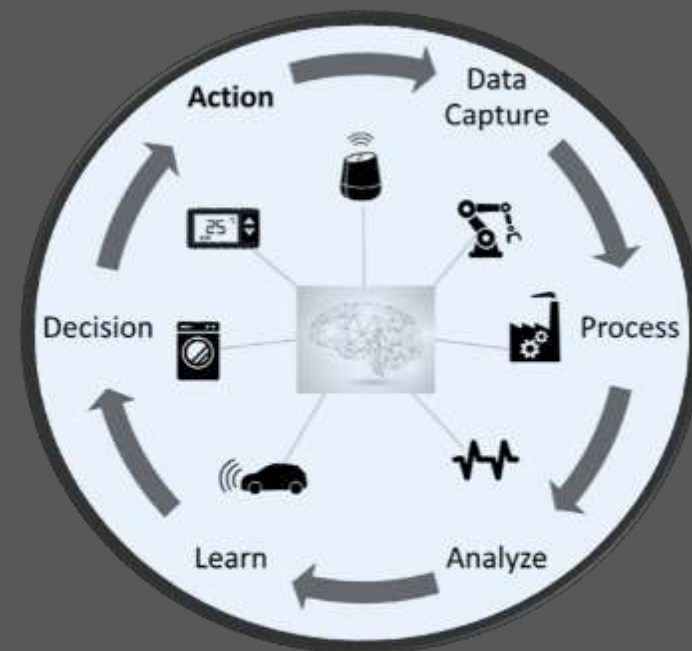
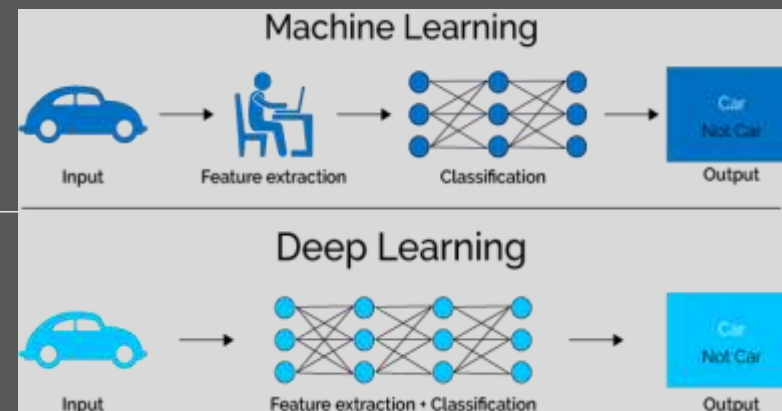
- 電子資訊/半導體業蓬勃促使硬體發展
  - 平行運算(parallel computing) 改善並加速資料處理時間
  - 人工智慧 (AI)應用變得平易近人
- AIoT優勢全自動化，有效運用並降低人力投入
  - 提升觀測/量測頻率、資料處理、訊息判識
  - 降低資料觀測到判識之間的時差
  - 觀測預警、24/7全天候加值運算
  - 有效利用大型部署投入的資金
- 透過AI模型擁抱未知現象





# How to AIoT?

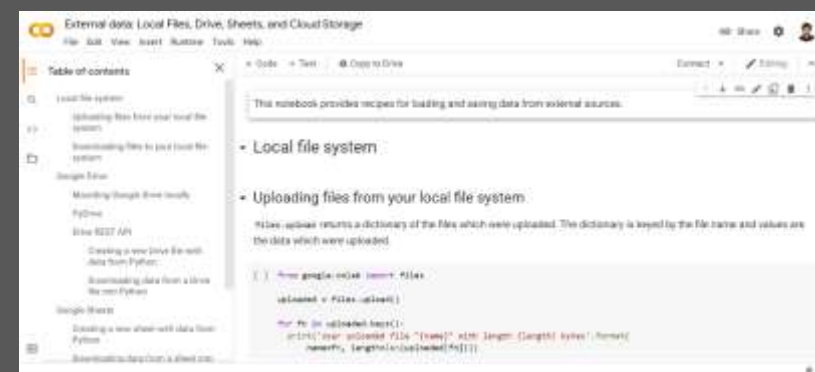
- AIoT 讓傳統物聯網(IoT)更有用
  - 讓管理者快速掌握現況
  - 由大數據中擷取關鍵資訊
- 如何在既有IoT架構 + AI = AIoT?
  - 伺服器/雲端：執行加值運算
  - 邊緣運算 (Edge AI)
- 伺服器/雲端 AIoT
  - 對蒐集的觀測資料執行深度/機器學習(deep/machine learning)
  - 透過AI模型從大數據中萃取有用、關鍵資訊
- 邊緣運算 (Edge AI)
  - 在邊緣儀器/裝置直接萃取關鍵訊息 (key info)
  - 經AI辨識、簡化後的關鍵資訊透過IoT回傳
  - AI辨識無需網際網路



(Kavita Char, 2021)

# 伺服器/雲端 AIoT

- 以人工智慧分析儲存在伺服器/雲端的物聯網觀測資料
- 利用觀測資料來訓練、應用深度學習/機器學習模型
  - **萃取** 大數據中的資料型態
  - **判識、辨認** 物聯網資料中潛在型態
  - **推論** 潛在結果 (當有新資料進來時)
- 可在自架/雲端伺服器進行深度學習
  - Google Colab, Amazon Sagemaker, Microsoft Azure
  - 雲端服務提供CPU/GPU資源來執行深度學習
  - 無需維護，使用者付費
  - 提供常見學習架構
    - PyTorch, Keras, TensorFlow, OpenCV



# 邊緣運算 Edge AI + IoT

- 過去十年多數AI程式都在伺服器/雲端執行
  - ML 複雜度較高，硬體需求難達到，價錢
- **Why Edge AI?**
  - 即時影像/照片傳輸資料頻寬需求太大
  - 需即時判識與反應時
  - 需低網路延時 (low ping)
  - 低耗、低價
  - 資料隱私與保全需求
- 為何如今可行?
  - 邊緣裝置具較高運算能力
  - GPU/ASIC/Neuron sticks加速AI運算
- 現有常見應用
  - 影像分類
    - 人臉辨識
    - 交通管制
  - 自駕車
  - 振動分析
  - 語音處理 (Hey Siri, OK Google)
  - 電腦視覺 (CV)





# 應用層面

---

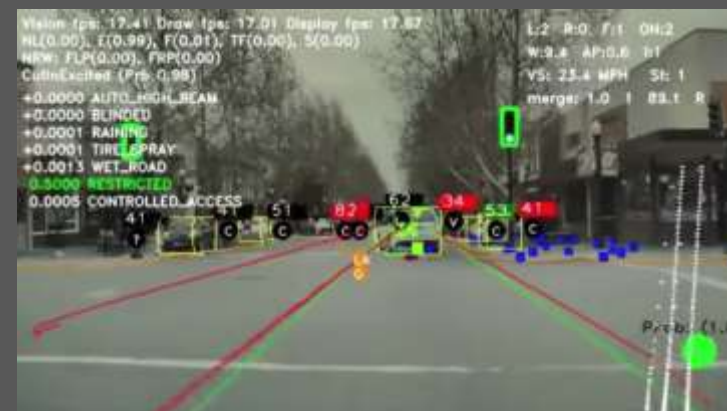
# 應用產業

- 智慧農業
- 智能家居
- 人潮控管
- 交通管制
- 自駕車
- 健康醫療
- 發電管理
- ...

Traffic detection using Yolo v3



Tesla AutoPilot CV



# 智聯網優勢

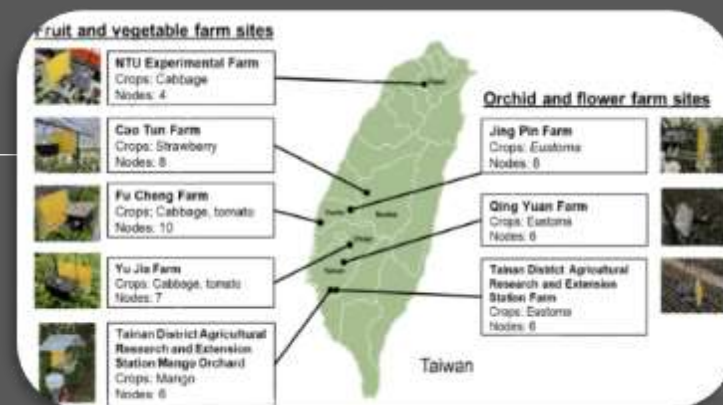
- 改善風險管理
  - 及時辨識潛在風險
  - 提升作業安全、降低潛在損失
    - 譬如 提前預警航空業中機械故障和風險
  - 預測性維護 (predictive maintenance)
    - 降低計畫外停機時間
- 新產品與服務
  - 大數據處理衍生之新發現、資料形態
  - 新技術：語音辨識、人臉辨識、預測分析
  - 新服務
    - 自動送貨服務、智慧影音門鈴、人工智能虛擬助理
    - 車輛或建築自動化系統的預測性維護
    - 災難搜救行動





# 智慧農業

- 農業為最早引入物聯網技術的領域之一
- 智慧農業系統
  - 根據感測器觀測數據調整農耕行為
  - 天氣、用水量、溫度、作物/土壤條件
  - 從模糊邏輯(fuzzy logic)到基於機器學習的自動化農耕
- 農業中的 AIoT
  - 智慧管理：灌溉、施肥、蟲害防治
  - 協助資源利用、增產、季節性預測、耕作規劃
- AI + 電腦視覺 (CV) 監控農作物和大型農田
  - 及早偵測害蟲、入侵者、災害等



# 即時坡地動態預警

---

台東霧鹿

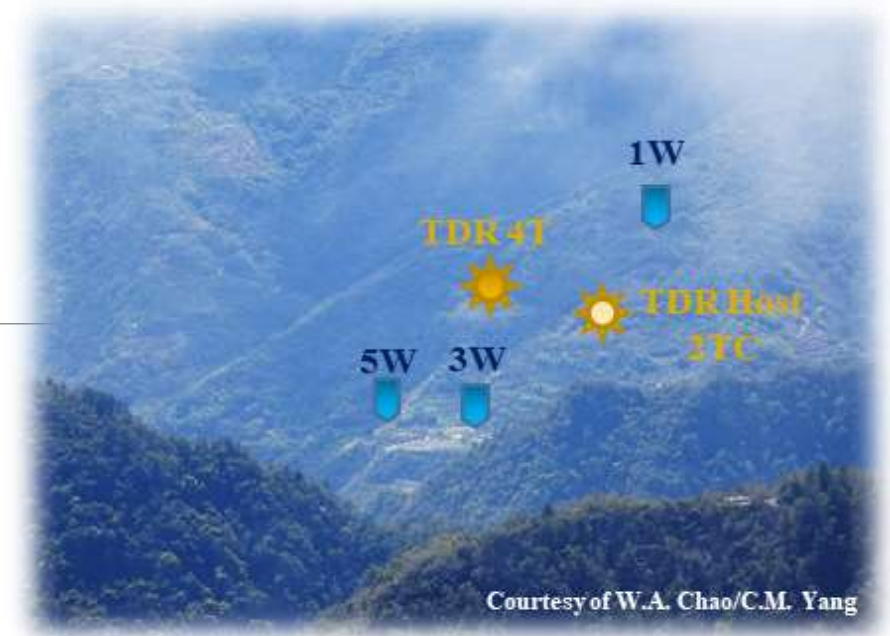
WULU, TAITUNG





# 地下觀測系統

- 時域反射技術 (TDR) : 2 觀測站
- 地下水位 (GWL) : 3 即時觀測站 (LoRa)
- 淺層土壤含水量 (VWC) : 1 觀測站



109-WL-2TC



109-WL-4T



109-WL-1W



109-WL-3W



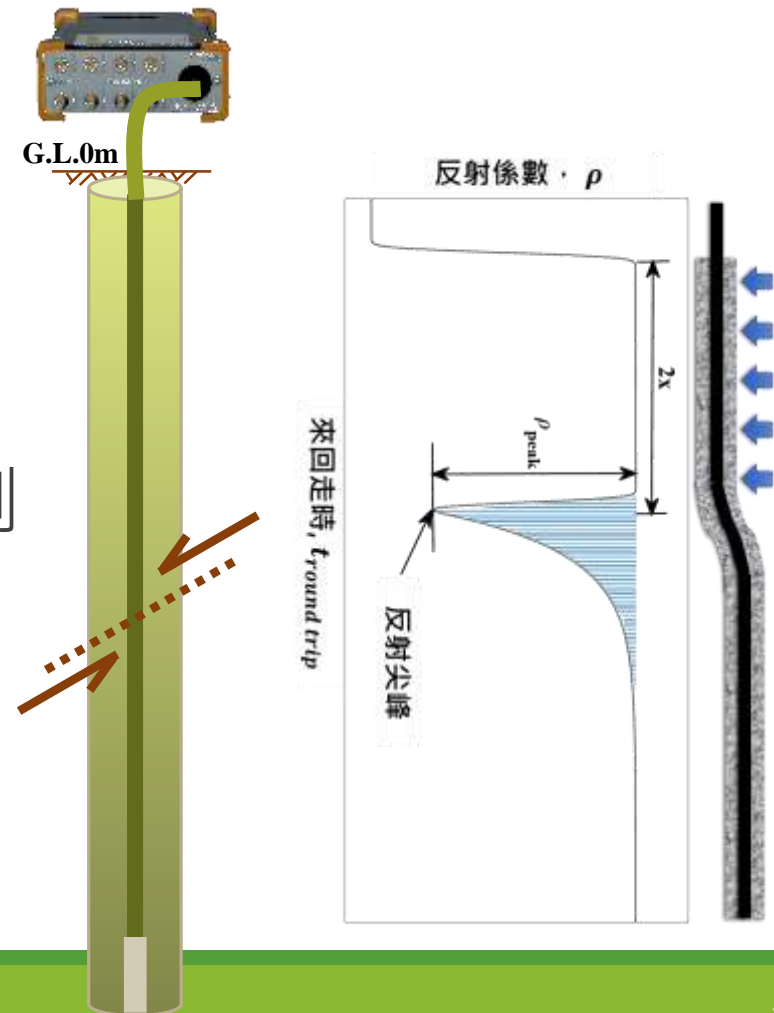
109-WL-5W





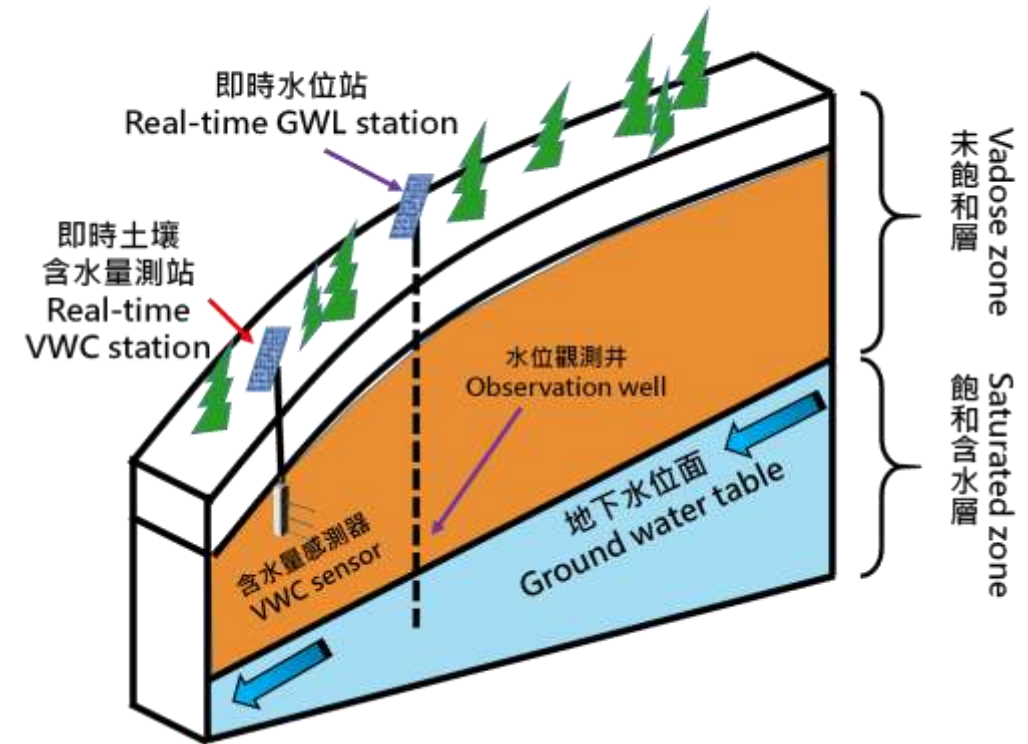
# TDR 坡地地體剪動觀測

- 時域反射儀 (TDR) 為基礎
  - 如纜線雷達，掃描一維斷面
- 同軸纜線變形產生**反射尖峰**訊號
  - 推估變形量及**變形位置**
- 自動化觀測：時空連續之地下變位觀測
  - 高時空解析度提供崩塌門檻預警值
  - 亦可**與測傾管共構**提供多元觀測資料

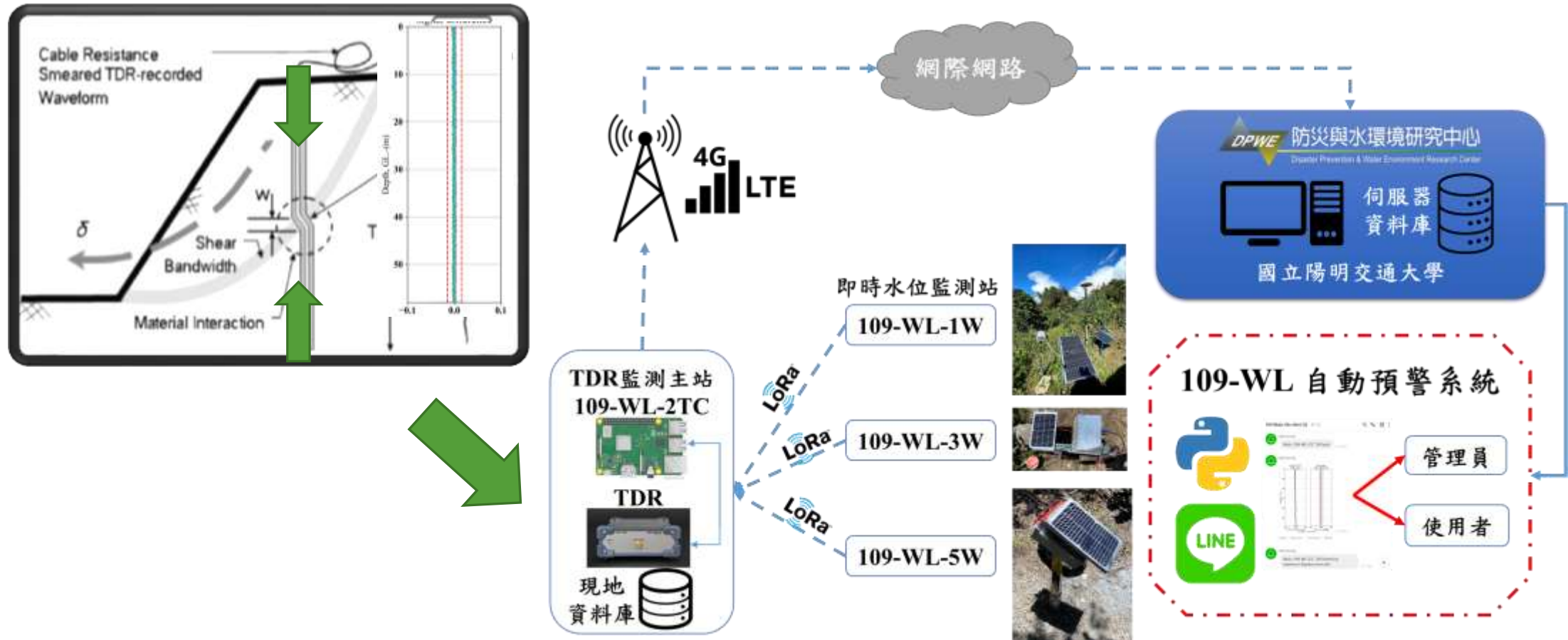


# 即時水位站 + 淺層土壤含水量

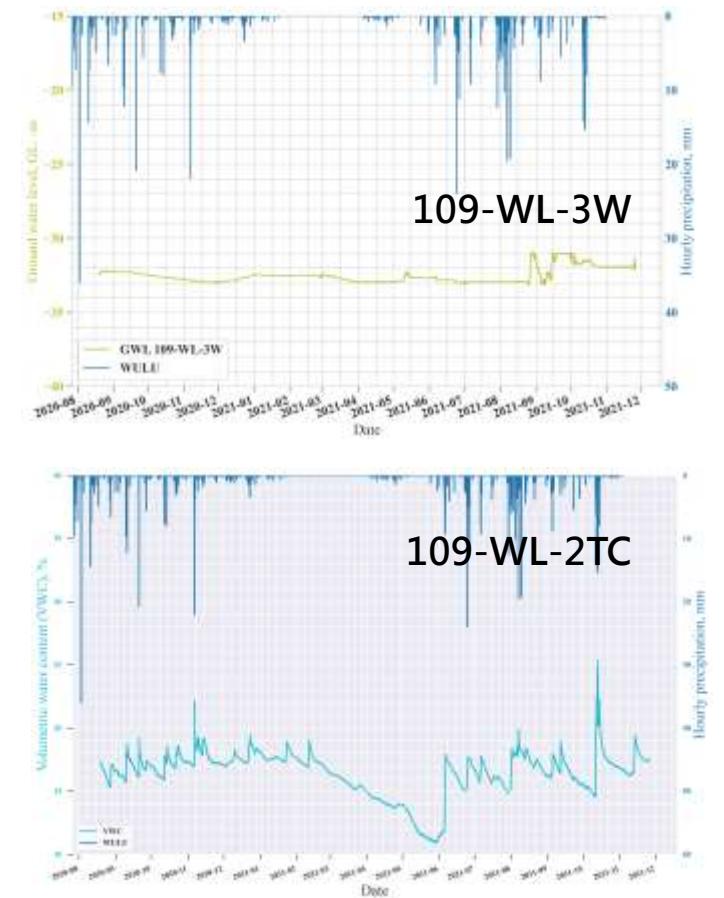
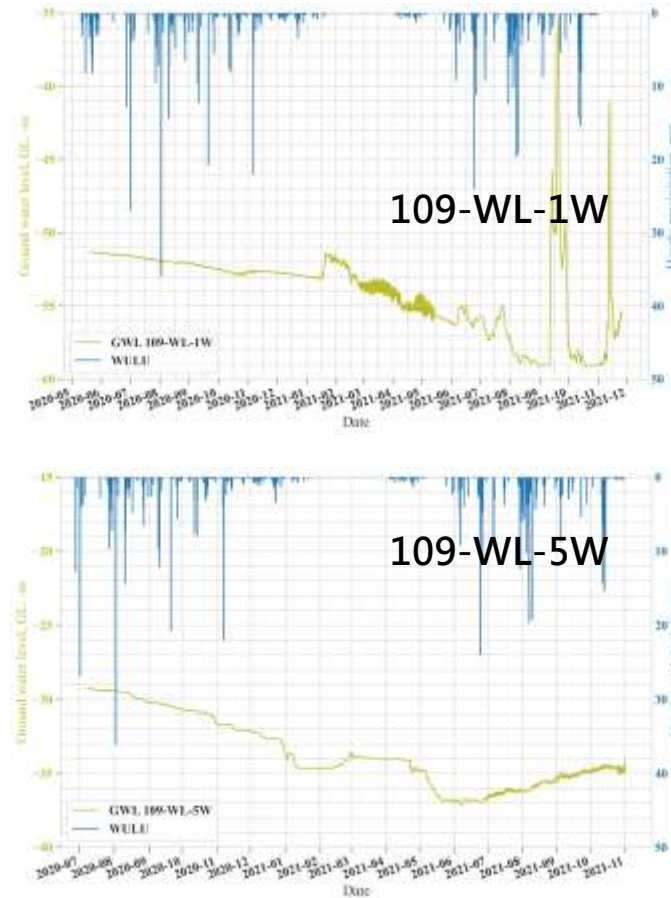
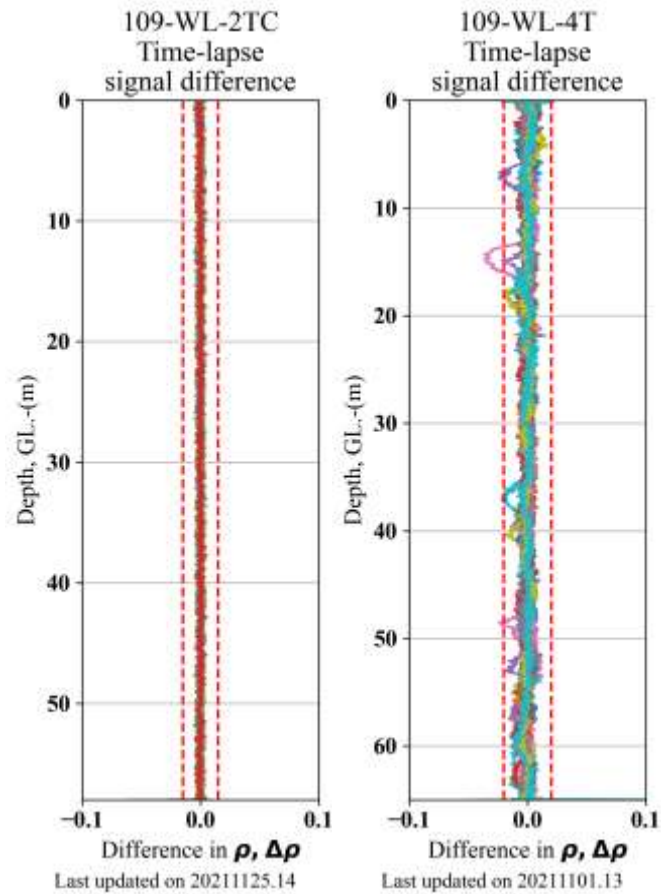
- 地下水位資訊
  - 提供三維地下水流模式參數率定與驗證
- 土壤體積含水量
  - 提供非飽和土壤層之滑動破壞分析
- 即時資料可提供水位、降雨入滲動態
  - 即時觀測提供預警、防災資訊
  - 預測性維護 (predictive maintenance)



# IoT 架構 – 坡地觀測



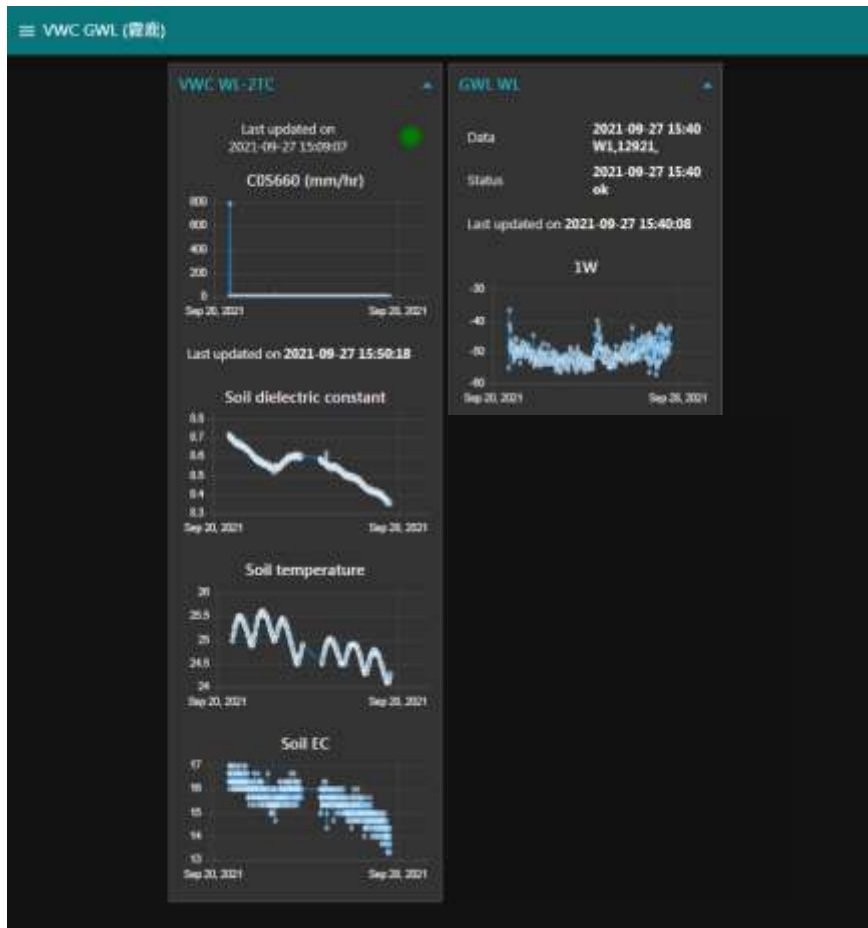
# 觀測資料





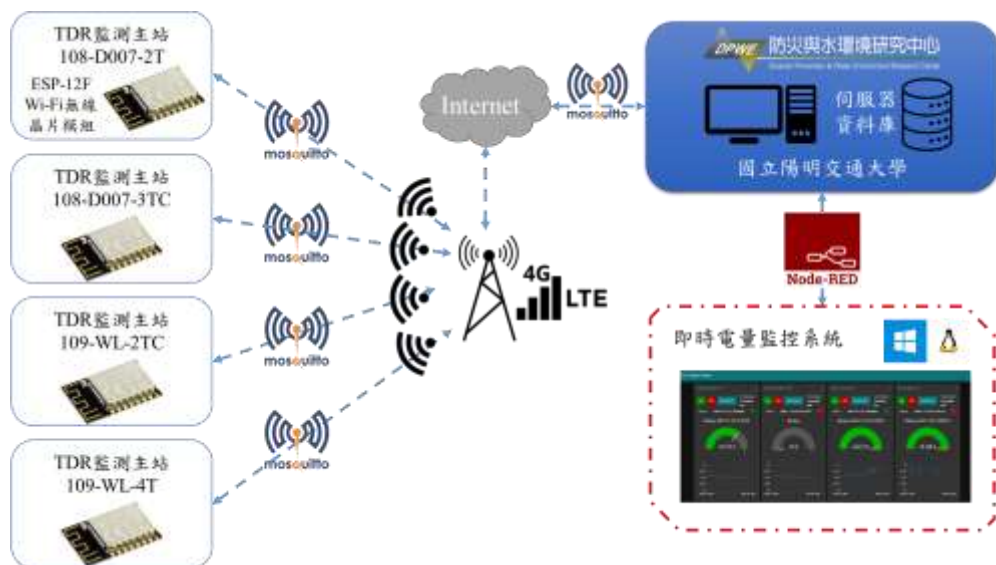
# 觀測資料視覺化

## - Node-red 工作流程式設計



# IoT 架構 – 電源監控

- 現地觀測站 – 即時電源監控系統
  - 透過MQTT + Node-red
  - 在無需人員到場下，執行物理開關系統電源
- 遠端控制開關、監測充放電狀況



# 即時坡地動態預警

## - 由IoT走向AIoT

---

- **坡地剪動機率 深度學習模型**

- 基於降雨、地下水位、淺層含水量、TDR 反射訊號的大數據
- 觀測中的物理參數或許不足以建立AI模型
- 可能需要額外的數據維度
- 類神經網絡或許能由大數據中看到未觀察到的資料模式
- 目前正在進行中

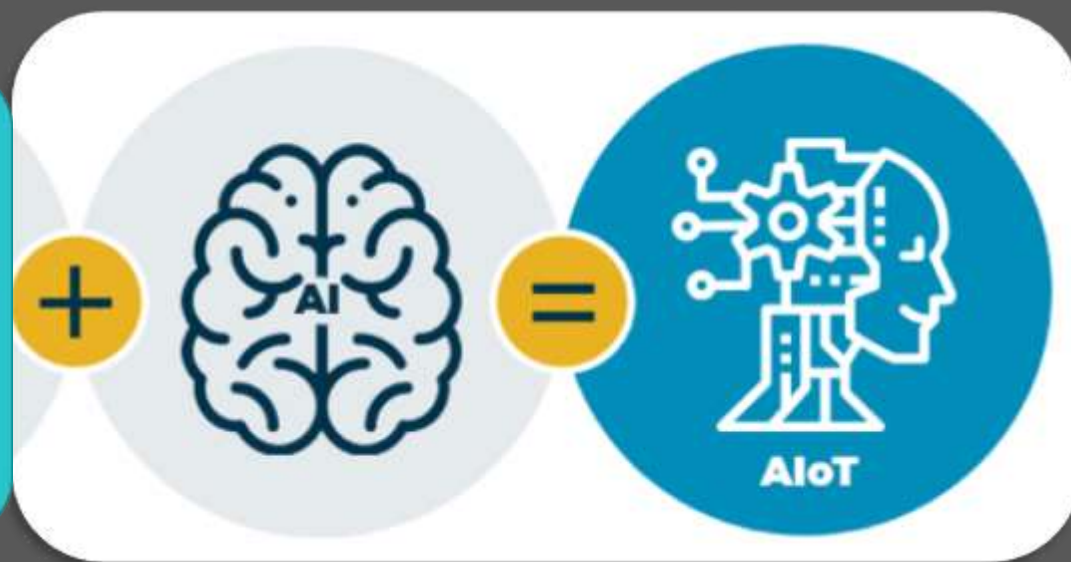
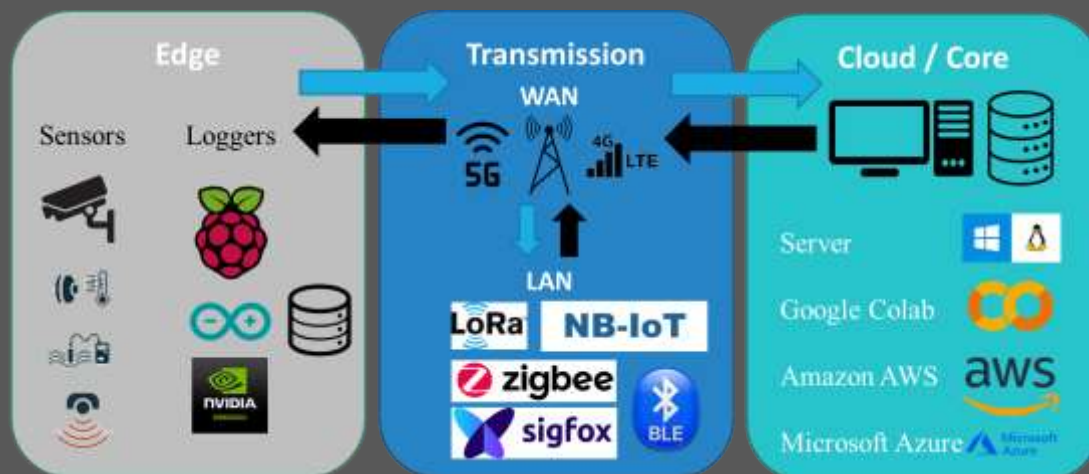
- **即時電源監控系統**

- 根據發電量、用電量調整測站運行時段
- 透過電池、太陽能板健康狀態進行預測性維護(Predictive maintenance)

# 結語

- 物聯網(IoT)輔助野外觀測
  - 透過簡約、低耗傳輸協定
  - 即時回傳現地觀測資料
  - 高成本效益利於大量、快速部署

- 智聯網潛在應用
  - 結合多元觀測資料以DL模型推估坡地穩定性
  - 影像辨識即時回饋山坡現況







# End of presentation

THANK YOU!

[ngui@nycu.edu.tw](mailto:ngui@nycu.edu.tw)